ضمیمے (APPENDICES)

ضمیمہ A.1

(APPENDICES)

یونانی حروفِ تہجی

THE GREEK ALPHABET

ρ	Ρ	رہو	ι	Ι	ایوٹا	α	Α	الفا
σ	Σ	سگما	κ	Κ	کاپا	β	Β	بیٹا
τ	Τ	ٹاؤ	λ	Λ	لیمبڈا	γ	Γ	گاما
υ	Υ	اپسیلون	μ	Μ	میو	δ	Δ	ڈیلٹا
φ, ϕ	Φ	پھائی	ν	Ν	نیو	ε	Ε	اپسیلون
χ	Χ	کائی	ξ	Ξ	کائی	ς	Ζ	زیٹا
ψ	Ψ	سائی	ο	Ο	اومی کرون	η	Η	ایٹا
ω	Ω	اومیگا	π	Π	پائی	θ	Θ	تھیٹا

ضمیمہ A.2

(APPENDICES)

اضعاف اور تحت اضعاف کے لیے عام SI سابقے اور علامتیں

COMMON SI PREFIXES AND SYMBOLS FOR MULTIPLES AND SUB-MULTIPLES

تحت ضعف			ضعف		
علامت	سابقہ	جزضربی	علامت	سابقہ	جزضربی
a	اٹو	10^{-18}	E	ایکسا	10^{18}
f	فیمو	10^{-15}	P	پیٹا	10^{15}
p	پیکو	10^{-12}	T	ٹیرا	10^{12}
n	نینو	10^{-9}	G	گیگا	10^{9}
μ	مائیکرون	10^{-6}	M	میگا	10^{6}
m	ملی	10^{-3}	k	کلو	10^{3}
c	سینٹی	10^{-2}	h	ہکٹو	10^{2}
d	ڈیسی	10^{-1}	da	ڈیکا	10^{1}

ضمیمہ A.3
(APPENDICES)
کچھ اہم مرکّب
SOME IMPORTANT CONSTANTS

قدر	علامت	نام
2.9979×10^{8} m s^{-1}	c	خلا میں روشنی کی رفتار
1.602×10^{-19} C	e	الیکٹران کا برقی چارج
6.673×10^{-11} N m^{2} kg^{-2}	G	مادی کشش مستقلہ
6.626×10^{-34} J s	h	پلانک مستقلہ
1.381×10^{-23} J K^{-1}	k	بولٹز مین مستقلہ
6.022×10^{23} mol^{-1}	N_A	ایوگیڈرو عدد
8.314 J mol^{-1} K^{-1}	R	عالمی گیس مستقلہ
9.110×10^{-31} kg	m_e	الیکٹران کی کمیت
1.675×10^{-27} kg	m_n	نیوٹران کی کمیت
1.673×10^{-27} kg	m_p	پروٹان کی کمیت
1.759×10^{11} C/kg	e/m_e	الیکٹر برقی بار اور اس کی کمیت کی نسبت
9.648×10^{4} C/mol	F	فیراڈے مستقلہ
1.097×10^{7} m^{-1}	R	رڈبرگ مستقلہ
5.292×10^{-11} m	a_0	بوہر نصف قطر
5.670×10^{-8} W m^{-2} K^{-4}	σ	اسٹیفن۔بولٹز مین مستقلہ
2.898×10^{-3} m K	b	وین کا مستقلہ
8.854×10^{-12} C^{2} N^{-1}m^{-2} 8.987×10^{9} N m^{2} C^{-2}	ε_0 $1/4\pi\,\varepsilon_0$	خلاء کی برقی سرایت پذیری
$4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1} $\cong 1.257 \times 10^{-6}$ Wb A^{-1} m^{-1}	μ_0	خلاء کی تعدد پذیری

دوسرے کارآمد مستقلے
Other useful constants

Value	Symbol	Name
4.186 J cal^{-1}	J	حرارت کا میکانیکی معادل
1.013×10^{5}Pa	1 atm	معیاری فضائی دباؤ
−273.15 °C	0 K	مطلق صفر
1.602×10^{-19}J	1 eV	الیکٹران وولٹ
1.661×10^{-27}kg	1 u	متحدہ ایٹمی کمیت اکائی
0.511 MeV	m c^{2}	IJ کا توانائی معادل
931.5 MeV 22.4 L mol^{-1}	1 u c^{2} V	مثالی گیس کا حجم (اور) (سطح سمندر، خطِ استواپر)
9.78049 m s^{-2}	g	مادی کشش اسراع

A.4 ضمیمہ

APPENDIX A 4

تبدیل کرنے کے اجزاء ضربی

CONVERSION FACTORS

(آسانی کے لیے تبدیل کرنے کے اجزاء ضربی کو مساوات لکھا گیا ہے)

Conversion factors are written as equations for simplicity.

Length لمبائی

1 km = 0.6215 mi
1mi = 1.609 km
1m = 1.0936 yd = 3.281 ft = 39.37 in
1 in = 2.54 cm
1 ft = 12 in = 30.48 cm
1 yd = 3ft = 91.44 cm
1 lightyear = 1 ly = 9.461×10^{15}m
1 Å = 0.1nm

Area رقبہ

1 m^2 = 10^4 cm^2
1km^2 = 0.3861 mi^2 = 247.1 acres
1 in^2 = 6.4516 cm^2
1ft^2 = $9.29 \times 10^{-2} m^2$
1 m^2 = 10.76 ft^2
1 acre = 43,560 ft^2
1 mi^2 = 460 acres = 2.590 km^2

Volume حجم

1m^3 = $10^6 cm^3$
1 L = 1000 cm^3 = 10^{-3} m^3
1 gal = 3.786 L
1 gal = 4 qt = 8 pt = 128 oz = 231 in^3
1 in^3 = 16.39 cm^3
1ft^3 = 1728 in^3 = 28.32 L = $2.832 \times 10^4 cm^3$

Speed چال

1 km h^{-1} = 0.2778 m s^{-1} = 0.6215 mi h^{-1}
1mi h^{-1} = 0.4470 m s^{-1} = 1.609 km h^{-1}
1mi h^{-1} = 1.467 ft s^{-1}

Magnetic Field مقناطیسی میدان

1 G = 10^{-4}T
1 T = 1 Wb m^{-2} = 10^4G

Angle and Angular Speed زاویہ اور زاویائی چال

π rad = 180°
1 rad = 57.30°
1° = 1.745×10^{-2} rad
1 rev min^{-1} = 0.1047 rad s^{-1}
1 rad s^{-1} = 9.549 rev min^{-1}

Mass کمیت

1 kg = 1000 g
1 tonne = 1000 kg = 1 Mg
1 u = 1.6606×10^{-27} kg
1 kg = 6.022×10^{26} u
1 slug = 14.59 kg
1 kg = 6.852×10^{-2} slug
1 u = 931.50 MeV/c^2

Density کثافت

1 g cm^{-3} = 1000 kg m^{-3} = 1 kg L^{-1}

Force قوت

1 N = 0.2248 lbf = 10^5 dyn
1 lbf = 4.4482 N
1 kgf = 2.2046 lbf

Time وقت

1 h = 60 min = 3.6 ks
1 d = 24 h = 1440 min = 86.4 ks
1y = 365.24 d = 31.56 Ms

Pressure دباؤ

1 Pa = 1 N m^{-2}
1 bar = 100 kPa
1 atm = 101.325 kPa = 1.01325 bar
1atm = 14.7 lbf/in^2 = 760 mm Hg
= 29.9 in Hg = 33.8 ft H_2O
1 lbf in^{-2} = 6.895 kPa
1 torr = 1mm Hg = 133.32 Pa

Energy توانائی

1 kW h = 3.6 MJ
1 cal = 4.186 J
1ft lbf = 1.356 J = 1.286 × 10^{-3} Btu
1 L atm = 101.325 J   1 W = 1.341 × 10^{-3} hp
1 L atm = 24.217 cal
1 Btu = 778 ft lb = 252 cal = 1054.35 J
1 eV = 1.602 × 10^{-19} J
1 u c^2 = 931.50 MeV
1 erg = 10^{-7} J

Power طاقت

1 horsepower (hp) = 550 ft lbf/s
= 745.7 W
1 Btu min^{-1} = 17.58 W

= 0.7376 ft lbf/s

Thermal Conductivity حرارتی ایصالیت

1 W $m^{-1}K^{-1}$ = 6.938 Btu in/hft^2 °F
1 Btu in/hft^2 °F = 0.1441 W/m K

ضمیمہ A.5
APPENDIX A 5
ریاضیاتی فارمولے
MATHEMATICAL FORMULAE

Geometry جیومیٹری

نصف قطر r کا دائرہ: محیط $= 2\pi r$; رقبہ $= \pi r^2$

نصف قطر r کا کرہ: رقبہ $= 4\pi r^2$;

حجم $= \frac{4}{3}\pi r^3$

نصف قطر r اور انچائی h کا قائم دائری استوانہ:
رقبہ $= 2\pi r^2 + 2\pi r h$;

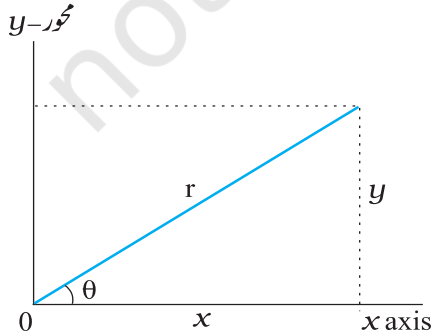
حجم $= \pi r^2 h$;

قاعدہ A اور ارتفاع h کا مثلث
رقبہ $= \frac{1}{2} a h$

Quadratic Formula دو درجی فارمولا

اگر $ax^2 + bx + c = 0$,

تب $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2}$

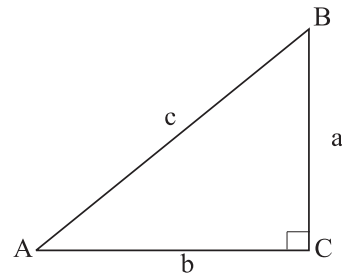
زاویہ θ کے ٹرگنومیٹریائی تفاعلات
Trigonometric Functions of Angle θ

شکل A 5.1

$\sin\theta = \frac{y}{r}$ $\cos\theta = \frac{x}{r}$

$\tan\theta = \frac{y}{x}$ $\cot\theta = \frac{x}{y}$

$\sec\theta = \frac{r}{x}$ $\csc\theta = \frac{r}{y}$

پیتھا غورث مسئلہ
Pythagorean Theorem

اس قائم زاویہ مثلث میں $a^2 + b^2 = c^2$

شکل A 5.2

Triangles مثلث

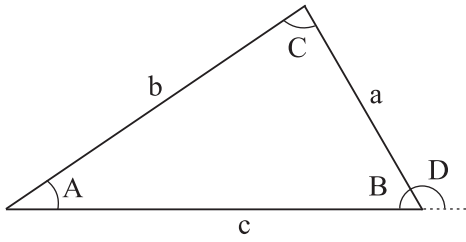
A, B, C زاویے ہیں

ان کے مخالف اضلاع ہیں۔ زاویے a, b, c

Angles $A + B + C = 180^0$

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

خارجی زاویہ $D = A + C$

A 5.3 شکل

ریاضیاتی نشانات اور علامتیں برابر ہے۔

= equals برابر ہے
≅ equals approximately تقریباً برابر ہے
~ is the order of magnitude of عددی قدر کا درجہ ہے
≠ is not equal to مادی نہیں ہے
≡ is identical to, is defined as - اس کے متماثل ہے، معرف کیا جاتا ہے
> is greater than (>> is much greater than) اس سے بڑا ہے
< is less than (<< is much less than) (اس سے بہت بڑا ہے D)
≥ is greater than or equal to (or, is no less than) (اس سے بہت چھوٹا ہے D) اس سے چھوٹا ہے
≤ is less than or equal to (or, is no more than) (اس سے چھوٹا ہے) اس سے بڑا یا اس کے برابر ہے
± plus or minus مثبت یا منفی
∝ is proportional to کے متناسب ہے
Σ the sum of حاصل جمع ہے
$\bar{x}$ or $<x>$ or x_{av} the average value of x یا یا x کی اوسط قدر

Trigonometric Identities

$\sin(90^\circ - \theta) = \cos\theta$

$\cos(90^\circ - \theta) = \sin\theta$

$\sin\theta / \cos\theta = \tan\theta$

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$

$\sec^2\theta - \tan^2\theta = 1$

$\csc^2\theta - \cot^2\theta = 1$

$\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$

$\cos 2\theta = \cos^2\theta - \sin^2\theta = 2\cos^2\theta - 1$
$= 1 - 2\sin^2\theta$

$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha\cos\beta \pm \cos\alpha\sin\beta$

$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \quad \sin\alpha\sin\beta$

$$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan\alpha \pm \tan\beta}{1 \mp \tan\alpha\tan\beta}$$

$$\sin\alpha \pm \sin\beta = 2\sin\frac{1}{2}(\alpha \pm \beta)\cos\frac{1}{2}(\alpha \mp \beta)$$

$\cos\alpha + \cos\beta$

$$= 2\cos\frac{1}{2}(\alpha+\beta)\cos\frac{1}{2}(\alpha-\beta)$$

$\cos\alpha - \cos\beta$

$$= -2\sin\frac{1}{2}(\alpha+\beta)\sin\frac{1}{2}(\alpha-\beta)$$

Binomial Theorem دو رکنی مسئلہ

$$(1 \pm x)^n = 1 \pm \frac{nx}{1!} + \frac{n(n-1)x^2}{2!} + \ldots\ldots (x^2 < 1)$$

$$(1 \pm x)^{-n} = 1 \mp \frac{nx}{1!} + \frac{n(n+1)x^2}{2!} + \ldots\ldots (x^2 < 1)$$

Exponential Expansion قوت نمائی توسیع

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \ldots\ldots$$

Logarithmic Expansion لوگ ریتھمیائی توسیع

$$\ln(1+x) = x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 - \ldots\ldots \quad (|x|<1)$$

Trigonometric Expansion ٹرگنومیٹریائی توسیع (θ ریڈین میں) **(θ in radians)**

$$\sin\theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \ldots\ldots$$

$$\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \ldots\ldots$$

$$\tan\theta = \theta + \frac{\theta^3}{3} + \frac{2\theta^5}{15} - \ldots\ldots$$

Products of Vectors سمتیوں کے حاصلِ ضرب

فرض کیجیے $\hat{\mathbf{i}}$، $\hat{\mathbf{j}}$ اور $\hat{\mathbf{k}}$ بالترتیب، x، y اور z سمتیوں میں اکائی سمتیے ہیں۔ تب

$$\hat{\mathbf{i}}\cdot\hat{\mathbf{i}} = \hat{\mathbf{j}}\cdot\hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{k}}\cdot\hat{\mathbf{k}} = 1, \quad \hat{\mathbf{i}}\cdot\hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{j}}\cdot\hat{\mathbf{k}} = \hat{\mathbf{k}}\cdot\hat{\mathbf{i}} = 0$$

$$\hat{\mathbf{i}}\times\hat{\mathbf{i}} = \hat{\mathbf{j}}\times\hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{k}}\times\hat{\mathbf{k}} = 0, \ \hat{\mathbf{i}}\times\hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{k}}, \hat{\mathbf{j}}\times\hat{\mathbf{k}} = \hat{\mathbf{i}}, \hat{\mathbf{k}}\times\hat{\mathbf{i}} = \hat{\mathbf{j}}$$

کوئی بھی سمتیہ A، جس کے x، y اور z محوروں کی سمت میں اجزاء بالترتیب، a_x a_y اور a_z ہوں

$$\mathbf{a} = a_x\hat{\mathbf{i}} + a_y\hat{\mathbf{j}} + a_z\hat{\mathbf{k}}$$

فرض کیجیے $\vec{a}$، $\vec{b}$ اور کوئی تین سمتیے ہیں، جن کی عددی قدریں، بالترتیب a، b اور c ہیں۔ تب

$$\mathbf{a} \times (\mathbf{b} + \mathbf{c}) = (\mathbf{a} \times \mathbf{b}) + (\mathbf{a} \times \mathbf{c})$$

$$(\mathrm{s}\mathbf{a}) \times \mathbf{b} = \mathbf{a} \times (\mathrm{s}\mathbf{b}) = \mathrm{s}(\mathbf{a} \times \mathbf{b}) \quad \text{(s is a scalar)}$$

Let θ be the smaller of the two angles between **a** and **b**. Then

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{a} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z = ab\cos\theta$$

$$|\mathbf{a} \times \mathbf{b}| = ab\sin\theta$$

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = -\,\mathbf{b} \times \mathbf{a} = \begin{vmatrix} \hat{\mathbf{i}} & \hat{\mathbf{j}} & \hat{\mathbf{k}} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

$$= (a_y b_z - b_y a_z)\,\hat{\mathbf{i}} + (a_z b_x - b_z a_x)\,\hat{\mathbf{j}} + (a_x b_y - b_x a_y)\,\hat{\mathbf{k}}$$

$$\mathbf{a} \cdot (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) = \mathbf{b} \cdot (\mathbf{c} \times \mathbf{a}) = \mathbf{c} \cdot (\mathbf{a} \times \mathbf{b})$$

$$\mathbf{a} \times (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) = (\mathbf{a} \cdot \mathbf{c})\,\mathbf{b} - (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})\,\mathbf{c}$$

ضمیمہ A6

APPENDIX A 6

اخذ شدہ اکائیاں

SI DERIVED UNITS

A6.1 SI بنیادی اکائیوں میں ظاہر کی گئی کچھ SI اخذ شدہ اکائیاں

طبعی مقدار	(SI اکائی)	
	نام	علامت
رقبہ	مربع میٹر	m^2
حجم	مکعب میٹر	m^3
چال، رفتار	میٹر فی سیکنڈ	m/s or $m\ s^{-1}$
زاویائی رفتار	ریڈین فی سیکنڈ	rad/s or $rad\ s^{-1}$
اسراع	میٹر فی سیکنڈ	m/s^2 or $m\ s^{-2}$
زاویائی اسراع	ریڈین فی سیکنڈ مربع	rad/s^2 or $rad\ s^{-2}$
موج عدد	فی میٹر	m^{-1}
کثافت، کمیت کثافت	کلوگرام فی مکعب میٹر	kg/m^3 or $kg\ m^{-3}$
کرنٹ کثافت	ایمپیر فی مربع میٹر	A/m^2 or $A\ m^{-2}$
مقناطیسی میدان طاقت، مقناطیسی شدت،	ایمپیر فی میٹر	A/m or $A\ m^{-1}$
مقناطیسی معاراثر کثافت	مول فی مکعب میٹر	mol/m^3 or $mol\ m^{-3}$
ارتکاز (شئے کی مقدار کا)	مکعب میٹر فی مربع کلوگرام	m^3/kg or $m^3\ kg^{-1}$
نوعی حجم	کنڈیلائی فی مربع میٹر	cd/m^2 or $cd\ m^{-2}$
درخشانیت (روشنی کی شدت)	مربع میٹر فی سیکنڈ	m^2/s or $m^2\ s^{-1}$
مجرد حرکیاتی لزوجیت	کلوگرام۔میٹر فی سیکنڈ	$kg\ m\ s^{-1}$
معیارحرکت	کلوگرام مربع میٹر	$kg\ m^2$
جمود کا معیاراثر	میٹر	m
خطی / رقبی / حجمی توسیعات	فی کیلون میٹر	K^{-1}
بہاؤ کی شرح	مکعب میٹر فی سیکنڈ	$m^3\ s^{-1}$

A6.2 SI مخصوص ناموں کی اخذ شدہ اکائیاں

A 6.2 SI Derived Units with special names

طبعی مقدار	SI اکائی			
	نام	علامت	دوسری اکائیوں کی شکل میں ریاضیاتی عبارت	دوسری SI بنیادی اکائیوں کی شکل میں ریاضیاتی عبارت
تعدد	ہرٹز	Hz	-	s^{-1}
قوت	نیوٹن	N	-	$kg\ m\ s^{-2}$ or $kg\ m/s^2$
دباؤ خلاء	پاسکل	Pa	N/m^2 or $N\ m^{-2}$	$kg\ m^{-1}\ s^{-2}$ or $kg\ /s^2\ m$
توانائی، کام حرارت کی مقدار	جول	J	N m	$kg\ m^2\ s^{-2}$ or $kg\ m^2/s^2$
طاقت، اشعاعی فلکس	واٹ	W	J/s or $J\ s^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-3}$ or $kg\ m^2/s^3$
برق کی مقدار، برقی چارج	کولمب	C	-	A s
برقی قوہ قوہ فرق، برق محرک قوت	وولٹ	V	W/A or $W\ A^{-1}$	$kg\ m^2 s^{-3}\ A^{-1}$ or $kg\ m^2/s^3\ A$
برقی مزاحمت	فیرڈ	F	C/V	$A^2\ s^4\ kg^{-1}\ m^{-2}$
گنجائش	اوم	Ω	V/A	$kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-2}$
ایصالیت	سیمینس	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
مقناطیسی فلکس	ویبر	Wb	V s or J/A	$kg\ m^2\ s^{-2}\ A^{-1}$
مقناطیسی میدان، فلکس کثافت، مقناطیسی امالہ	ٹیلا	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
امالیت	ہنری	H	Wb/A	$kg\ m^2\ s^{-2}\ A^{-2}$
درخشاں فلکس، درخشاں	لیومین	lm	-	cd /sr
طاقت روشنی کی شدت	لکس	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd\ sr^{-1}$
سرگرمی (ایک ریڈیو نیوکلیائڈ / تابکار وسیلہ کی)	بیکیوریل	Bq	-	s^{-1}
جذب شدہ خوراک، جذ شدہ خوراک اشاریہ	گرے	Gy	J/kg	m^2/s^2 or $m^2\ s^{-2}$

A6.3 مخصوص ناموں والی SI اکائیوں کے ذریعے ظاہر کی گئی کچھ SI اخذ شدہ اکائیاں

طبعی مقدار	SI اکائی		
	نام	علامت	SI بنیادی اکائیوں کی شکل میں ریاضیاتی عبارت
مقناطیسی معیارِ اثر	جول فی ٹیلا	$J\ T^{-1}$	$m^2\ A$
دو قطبی معیارِ اثر	کولمب میٹر	C m	s A m
حرکی لسوجیت	یو آیز پلیس یا پاسکل سیکنڈ یا نیوٹن سیکنڈ فی مربع میٹر	Pl or Pa s or $N\ s\ m^{-2}$	$m^{1}\ kg\ s^{1}$
گردشہ، جفت، قوت کا معیارِ اثر	نیوٹن میٹر	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
سطحی تناؤ	نیوٹن فی میٹر	N/m	$kg\ s^{-2}$
طاقت کثافت، اشعاعیت، حرارت فلکس کثافت	واٹ فی مربع میٹر	W/m^2	$kg\ s^{-3}$
حرارت گنجائش، ناکارگی	جول فی کیلون	J/K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}$
نوعی حرارت گنجائش، نوعی ناکارگی	جول فی کلوگرام کیلون	J/kg K	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
نوعی توانائی، مخفی حرارت	جول فی کلوگرام	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
اشعاعی شدت	واٹ فی اسٹریڈین	$W\ sr^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-3}\ sr^{-1}$
حرارتی ایصالیت	واٹ فی میٹر۔کیلون	$W\ m^{-1}\ K^{-1}$	$m\ kg\ s^{-3}\ K^{-1}$
توانائی کثافت	جول فی مکعب میٹر	J/m^3	$kg\ m^{-1}\ s^{-2}$
برقی میدان طاقت	واٹ فی میٹر	V/m	$m\ kg\ s^{3}\ A^{-1}$
برقی فلکس کثافت	کولمب فی مکعب میٹر	C/m^3	$m^{-3}\ A\ s$
	کولمب فی مربع میٹر	C/m^2	$m^{-2}\ A\ s$
برقی سرایت پذیری	farad per metre	F/m	$m^{-3}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
مقناطیسی سرایت پذیری	ہینری فی میٹر	H/m	$m\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
مولی توانائی	جول فی مول	J/mol	$m^2\ kg\ s^{-2} mol^{-1}$
زاویائی معیارِ حرکت، پلانک مستقلہ	جول سیکنڈ	J s	$kg\ m^2\ s^{-1}$
مولی حرارت مولی ناکارگی مولی حرارت گنجائش	جول فی مول کیلون	J/mol K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1}$
اثر آشکاری (x- کرنیں اور r- کرنیں) جذب شدہ خوراک شرح	کولمب فی کلوگرام گرے فی سیکنڈ	C/kg Gy/s Pa^{-1}	$kg^{-1}\ s\ A$ $m^2\ s^{-3}$
داب پذیری	فی پاسکل	N/m^2 or $N\ m^{-2}$	$m\ kg^{-1}\ s^2$
لچک مقیاس	نیوٹن فی مربع میٹر	${}^{\varepsilon}Pa/m$ or $N\ m^{-}$	$kg\ m^{-1}\ s^{-2}$
دباؤ	پاسکل فی میٹر		$kg\ m^{-2}\ s^{-2}$
سطحی قوہ	جول فی کلوگرام	J/kg or N m/kg $Pa\ m^3$ or N m	$m^2\ s^{-2}$
دباؤ توانائی	پاسکل مکعب میٹر	N s	$kg\ m^2\ s^{-2}$
جھٹکا	نیوٹن سیکنڈ	N m s	$kg\ m\ s^{-1}$
زاویائی جھٹکا	نیوٹن میٹر سیکنڈ	Ωm	$kg\ m^2\ s^{-1}$
نوعی مزاحمت	اوم-میٹر	J/m^2 or N/m	$kg\ m^3\ s^{-3}\ A^{-2}$
سطحی توانائی	جول فی مربع میٹر		$kg\ s^{-2}$

ضمیمہ A.7

طبیعی مقدار، کیمیاوی عنصر اور نیوکلائیڈ کے لئے استعمال کی جانے والی علامتوں کے بارے میں عام ہدایت

- طبیعی مقدار کے لئے علامت عام طور پر ایک حرف ہوتا ہے اور اطالوی انداز میں لکھا جاتا ہے۔ بحر حال دوحرفی علامت میں جو ظاہری طور پر ضرب کا جز وضربیہ معلوم ہوتا ہے، ان علامات کو دوسرے علامتوں سے الگ کرنے کے لئے کچھ خالی جگہ ضروری ہے۔
- نام یا عبارت کا مخفف جیسے توانائی بالقوۃ کے لئے p.e طبیعی مساوات میں استعمال نہیں ہوتا۔ مخفف عام طرح/رومن (عمودی) شکل میں لکھا جاتا ہے۔
- سمتیہ بولڈ اور عام/رومن (عمودی) شکل میں لکھا جاتا ہے۔ بحر حال کلاس روم میں سمتیہ کو علامت کے اوپر نشان لگا کر دکھا سکتے ہیں۔
- دو طبیعی مقداروں کا حاصل ضرب دونوں کے درمیان کچھ خالی جگہ دے کر لکھ سکتے ہیں۔ ایک طبیعی مقدار کی دوسرے سے تقسیم کی حالت کو ایک افقی بار، سلیش یا چھوٹا ترچھا اسٹروک نشان (/) یا حاصل ضرب کی حالت میں جب کہ شمار کنندہ اور نسب نما کی معکوسی حالت ہو، کیا جاسکتا ہے بریکٹ کا استعمال مناسب جگہ پر ہوتا کہ شمار کنندہ اور نسب نما دونوں میں فرق کیا جاسکے۔
- کیمیاوی عناصر کی علامتوں کو ہم عام/رومن (عمودی) انداز میں لکھ سکتے ہیں۔ اس علامت کے آخر میں کوئی اعشاریہ نہیں ہوتا مثال کے طور پر Ca، C، H، He، U وغیرہ۔
- نیوکلائڈ میں جوہری نمبر اور کمیت نمبر دکھانے کے لئے بائیں جانب عدد کا استعمال کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر، U-235 نیوکلائڈ کو ہم $^{235}_{92}U$ (جس میں 235 کمیت نمبر ہے اور 92 جوہری نمبر ہے۔ یورینیم کا کیمیاوی علامت U ہے) سے ظاہر کرتے ہیں۔

  آئیونائزیشن کی حالت کو دکھانے کے لئے ہم دائیں جانب نمبر کا استعمال کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر Ca^{2+}، PO_4^{3-}

ضمیمہ A.8

(Appendix A.8)

SI اکائیوں، کچھ دیگر اکائیوں اور SI سابقوں کی علامتوں کو استعمال کرنے کے عمومی رہنمایانہ خطوط

General Guidelines for using symbols for SI Units, Some Other Units and SI Prefixes

طبیعی مقداروں کی علامتیں عام/انگریزی (کھڑے) حرف میں لکھی/چھاپی جاتی ہیں۔

اکائیوں کی معیاری اور تجویز کردہ علامتیں چھوٹے خط میں چھوٹے انگریزی حروف کے ذریعے کھڑی لکھائی میں لکھی/چھاپی جاتی ہیں۔ اکائیوں کے لئے استعمال ہونے والی ان کی مختصر شکلیں جیسے kg'm's'cd وغیرہ علامتیں ہیں۔ مخفف نہیں ہیں۔ اکائیوں کے نام کبھی بھی جلی حروف (Capital Letters) میں نہیں لکھے جاتے۔ لیکن اگر اکائی کا نام کسی سائنس دان کے نام پر رکھا گیا ہو تو علامت کا پہلا حرف جلی (Capital) حرف ہوتا ہے۔

مثلاً اکائی میٹر کے لئے m، اکائی دن کے لئے d، فضائی دباؤ اکائی کے لئے atm، اکائی ہرٹز H^3، اکائی ویبر (Weber) کے لئے Wb، اکائی جول (Joule) کے لئے J، اکائی ایمپیر (ampere) کے لئے A، اکائی وولٹ (Volt) کے لئے V وغیرہ۔ ایک واحد استثنٰی L ہے جو اکائی لیٹر (Litre) کی علامت ہے۔ یہ استثنٰی بھی اس لئے کیا جاتا ہے کہ چھوٹے ایل (l) اور ہندسہ ایک (1) میں مغالطہ نہ ہو۔

- اکائیوں کی علامت کے لئے تجویز کردہ حرف (حروف) کے آخر میں کوئی ختمی نشان (فل اسٹاپ یا ڈیش) نہیں لگایا جاتا اور نہ ہی کبھی جمع کا صیغہ استعمال کیا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر 25(Centimetres) 25 (25 سینٹی میٹروں) کی لمبائی کے لئے اکائی کی علامت 24cm لکھی جائے گی، 25cms یا 25cm. یا 25cms. وغیرہ نہیں۔

- ترچھے مسلسل خط (Solidus) (/) کا استعمال صرف ایک حرفی اکائی علامت، کو دوسری حرفی اکائی علامت سے تقسیم کیے جانے کی نشاندہی کرنے کے لئے کیا جاسکتا ہے۔ ایک سے زیادہ ترچھے مسلسل خط نہیں استعمال کیے جاسکتے۔

مثلاً m/S^2 یا ms^{-2} (جہاں m اور S^{-2} کے درمیان خالی جگہ ہو) لیکن m/s/s نہیں لکھا جاسکتا۔ اسی طرح:

$$\text{I P I=I Ns } m^{-2} = \text{I } Ns/m^2 = 1kg/sm = 1kg\ m^{-1}\ s^{-1}$$

درست ہے لیکن: 1kg/m/s: درست نہں ہے۔ یا

J/kmol یا $Jk^{-1}\ mol^{-1}$ درست ہے، j/k/mol وغیرہ درست نہیں ہے۔

- سابقوں کی علامتیں (Prefix symbols) عام/انگریزی (کھڑے) ٹائپ/خط میں چھاپی یا لکھی جاتی ہیں اور سابقہ کی علامت اور اکائی علامت کے درمیان کوئی جگہ نہیں چھوڑی جاتی۔ اس لئے جب کوئی SI اکائی ضرورت کے لحاظ سے بہت بڑی یا چھوٹی ہوتو اس SI اکائی کی اعشاریہ کسروں یا اضعاف کی نشاندہی کرنے کے لئے کچھ مخصوص منظور شدہ سابقے اکائی کی اعشاریہ کسروں یا اضعاف کی نشاندہی کرنے کے لئے کچھ مخصوص منظور سابقے اکائی علامت کے بالکل نزدیک لکھے جاتے ہیں۔

مثلاً

نینوسیکنڈ (nanosecond) ($1\,ns=10^{-9}s$) (میگاواٹ) ($1\,MW= 10^6\ W$)

پیکوفیرڈ (Picofarad) ($1\,pf=10^{-12}F$) (سینٹی میٹر) (Centimetre) ($1\ cm=10^{-2}\ m$)

مائیکروسیکنڈ (microsecond) ($1\ \ s=b^{-6}\ s$) (کلومیٹر) (Kilometre) ($1\,km= 10^3\ m$)

گیگا ہرٹز (Gigahertz) ($1GHz= 10^9\ Hz$) ملی وولٹ (millivolt) ($1mV=10^{-3}\ V$)

کلوواٹ۔آور (Kilowatt-hour) ($1\,kWh=10^3\ w'h=3.6\ \ MJ = 3.6x10^6J$)

مائکرون؛ ($I\ \ m=10^{-6}m$) مائیکروایمپیر (microampere) ($1\ \ A=10^{-6}\ A$)

اکائی 'مائکرون' (micron) جو 10^{-6} کے برابر ہے، یعنی کہ مائیکرومیٹر (micrometre)، میٹر کے ایک سہل تحت ضعف (Submultiple) کو دیا گیا دوسرا نام ہے۔ اسی طرح اکائی فری (fermi)' فیمٹو میٹر (femtometre) یا 10^{-15} m کے برابر ہے، جس کا استعمال نیوکلیائی مطالعوں میں

لمبائی کی ایک سہل (Convenient) اکائی کے بہ طور کیا جاتا ہے۔ اسی طرح 'اکائی 'بارن' ('barn') جو 10^{-28} m^2 کے برابر ہے، پس ایٹمی ذراتی تعادمات (Sub-atomic particle collisions) میں تراشی۔ رقبوں (Cross-sectional areas) کا ایک سہل ناپ ہے۔
لیکن اکائی مائیکرون (micron) کو اکائی مائیکرومیٹر (Micrometre) پر ترجیح دی جاتی ہے۔ کیونکہ مائیکرومیٹر ایک لمبائی ناپنے کے آلے کا نام بھی ہے اور اس سے مغالطہ ہوسکتا ہے۔ SI اکائیوں، میٹر اور سیکنڈ کے یہ نئے تشکیل دیے گئے اضعاف اور تحت اضعقف: (cm, km, us, ns) اکائیوں کی مخلوط اور جدانہ کی جاسکنے والی نئی علامتیں ہیں۔

- جب ایک اکائی کی علامت سے پہلے کوئی سابقہ لکھا جاتا ہے تو سابقہ اور علامت کے مجموعے کو ایک اکائی نئی علامت سمجھا جاتا ہے۔ جسے قوسین (brackets) میں لکھے بغیر بھی اس پر مثبت یا منفی قوت نما (Power) کا استعمال کیا جاسکتا ہے۔ انھیں دوسری اکائی علامتوں کے ساتھ ملا کر مرکب اکائیاں تشکیل دی جاسکتی ہیں۔ قوت نماؤں (Indices) کو استعمال کرنے کے قاعدے، سادہ الجبریائی قاعدے نہیں ہیں۔ مثلاً:

cm^3 کا مطلب ہمیشہ ہوگا: $cm^3 = (cm)^3 = (0.01m)^3 = (10^{-2}\ m)^3 = 10^{-6}$ m

لیکن اس کا مطلب $0.01m^3$ یا 10^{-2} m^3 یا I cm^3 [c اور m^3 کے درمیان فاصلہ چھوڑنا بے معنی ہے، کیونکہ سابقہ C کے درمیان فاصلہ چھوڑنا بے معنی ہے، کیونکہ سابقہ C کو اکائی علامت سے ملحق کرنا ضروری ہے کیونکہ بغیرہ کسی اکائی علامت سے ملحق کیے اس کی اپنی کوئی طبیعی اہمیت یا انفرادی وجود نہیں ہے۔] کبھی نہیں ہوگا۔ اسی طرح mA^2 کا ہمشہ مطلب ہوگا: $(mA)^2 = (0.001A)^2 = (10^{-3}A)^2 = 10^{-6}\ A^2$ لیکن mA^2 کا مطلب $0.001A^2$ یا mA^2 کبھی نہیں ہوگا۔

I µs-1 کا ہمیشہ مطلب ہوگا: نہیں 10^{-2} m^{-1} یا I cm^{-1} لیکن $Icm^{-1} = (10^{-2}\ m)^{-1} = 10^2\ m^{-1}$
$(10^{-6}\ s)^{-1} = 10^6\ s^{-1}$ لیکن I x 10^{-6} s^{-1} نہیں ہوگا۔

I km^2 کا ہمیشہ مطلب ہوگا: $(km)^2 = (10^3\ m)^2 = 10^6\ m^2$ لیکن 10^3 m^3 نہیں ہوگا۔

Imm^2 کا ہمیشہ مطلب ہوگا: $(mm)^2 = (10^{-3}\ m)^2 = 10^{-6}\ m^2$ لیکن 10^{-3} m^2 نہیں ہوگا۔

- ایک سابقہ کبھی بھی اکیلا نہیں استعمال کیا جاتا۔ اسے ہمیشہ اکائی علامت سے منسلک کیا جات ہے اور اکائی علامت سے پہلے (سابقہ) لکھا جاتا ہے۔ مثلاً 10^3 کا مطلب ہے 1000 یا 1000m^{-3}، لیکن اس کا مطلب k یا Km^{-3} نہیں ہے۔ 10^6 کا مطلب ہے 10,00,000 یا 10,00,00m^3 لیکن اس کا مطلب M یا M m^{-3} نہیں ہے۔

سابقہ کی علامت کے بالکل نزدیک لکھا جاتا ہے۔ ان کے درمیان خالی جگہ نہیں چھوڑی جاتی۔ جبکہ اگر دو اکائیوں کی ضرب کو ظاہر کرتا ہو تو اکائی علامتوں کو الگ الگ لکھا جاتا ہے۔'' یعنی ان کے درمیان جگہ چھوڑی جاتی ہے۔ مثلاً

m s^{-1} (علامت m اور s^{-1} چھوٹی تحریر میں لکھے ہوئے چھوٹے حروف m اور S بالترتیب اور سیکنڈ کی الگ الگ، ایک دوسرے سے غیرہ منسلک علامتیں ہیں، ان کے درمیان جگہ چھوڑی گئی ہے۔) کا مطلب ہے 'میٹر فی سیکنڈ'۔ اس کا مطلب 'ملی فی سیکنڈ' نہیں ہے۔ اسی طرح ms^{-1} [علامات m اور s ایک دوسرے کے بالکل نزدیک لکھی گئی ہیں، جہاں سابقہ علامت m (سابقہ ملی کے لئے) اور اکائی علامت s چھوٹے خط اور چھوٹے حرف میں، (اکائی سیکنڈ کے لئے) کے درمیان کوئی جگہ نہیں گئی ہے اور اس طرح ms ایک نئی مخلوط اکائی بن گئی ہے۔] کا مطلب ہے۔ 'فی ملی سیکنڈ' لیکن میٹر فی سیکنڈ نہیں ہے۔

ms^{-1} [علامات m اور s ایک دوسرے کے بالکل نزدیک بغیر کسی درمیانی جگہ کے لکھی گئی ہیں۔ سابقہ علامت m (سابقہ ملی کے لئے) اور جلی حرف S (capital Letter) (اکائی سائمنس (siemens) کے لئے استعمال کی گئی ہیں۔ اور اس طرح ms ایک نئی مخلوط اکائی بن گئی ہے۔] کا مطلب ہے فی ملی سائمنس (per millesiemens) اس کا مطلب فی ملی سیکنڈ (per millisecond) نہیں ہوگا۔

cm [علامات C (اکائی coulomb (کولمب) کے لئے) اور m (میٹر کے لئے) کو ظاہر کرتی ہیں۔] کا مطلب ہے کولمب میٹر ('Coulomb metre')۔ اس کا مطلب سینٹی میٹر (centimetre) نہیں ہے۔

- اگر واحد سابقہ دستیاب ہو تو دہرے سابقوں کے استعمال سے گریز کرنا چاہئے۔ مثلاً

10^{-9} m = 1 nm (nanmetre)	(ملی مائیکرومیٹر millimicrometre) 1mum نہیں۔
10^{-6} m = 1μm (micron مائیکرون)	(ملی ملی میٹر millimillimetre) 1mmm نہیں۔
10^{-12} F= 1 pF (picofarad پیکوفیرڈ)	(مائیکرومائیکروفیرڈ micromicrfarad) 1 μμm نہیں۔
10^{9} W-1GW (giga watt گیگاواٹ)	(کلومیگاواٹ kilomegawatt) 1kMW نہیں۔

- اگر ایک طبعی مقدار کو دیا دو سے زیادہ اکائیوں کے مجموعے کے ذریعے ظاہر کرنا ہو تو اس مجموعے میں یا تو صرف اکائیاں شامل کرنا چاہیں یا صرف اکائیوں کی علامتیں۔ کچھ اکائیاں اور کچھ اکائیوں کی علامتیں استعمال کرنے سے گریز کرنا چاہے۔ مثلاً

joule per mole kelvin (جول فی مول کیلون) کو J/mol K یا J mol^{-1} K^{-1} لکھا جائے گا لیکن joule/mole K یا J /mole K وغیرہ نہیں لکھا جائے گا۔ joule per tesla (جول فی ٹیلا) کو J/T یا J T^{-1} لکھا جائے گا، Joule/T یا J per tesla یا J/tesla وغیرہ نہیں لکھا جائے گا۔

Joule per kilogram Kelvin (جول کلوگرام کیلون) کو J/kg K یا J kg^{-1} K^{-1} لکھا جائے گا۔ لیکن J/kilog K یا Joule/kg K یا J/kg kelvin یا J/kilogram K وغیرہ نہیں لکھا جائے گا۔

- تحیب کو آسان بنانے کے لئے سابقہ علامت شارکنندہ کی اکائی علامت کے ساتھ استعمال کی جاتی ہے، نسب نما کی اکائی علامت کے ساتھ نہیں۔ مثلاً 10^6N کے لئے N کے مقابلے MN لکھنا زیادہ سہل ہے۔

m^2 mm^2 m^2

جزء ضربی 1000، یعنی 10^{+3n} جہاں n ایک صحیح عدد ہے، کے اضعاف اور تحت اضعاف کرنے کو ترجیح دی جاتی ہے۔

جب طبعی مقداروں اور طبعی مقداروں کی اکائیوں کے لئے یکساں علامتیں استعمال ہوتی ہوں تو مناسب احتیاط برتنا ضروری ہو جاتا ہے۔ مثلاً طبعی مقدار وزن [weight (w)] کو، جسے کمیت (M) اور مادی کشش اسراع (g) کے حاصل ضرب کے بہ طور ظاہر کیا جاتا ہے، 'W' m اور g کے ذریعے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ جب کہ انھیں ترچھے خط (Italic) میں اس طرح لکھا جائے: *W=mg* اور m اور g کے درمیان خالی جگہ چھوڑی جائے۔ ان کا مغالطہ اکائی کی علامتوں واٹ (w) (watt)، میٹر (m) (metre) اور گرام (g) (gram) سے نہیں ہونا چاہئے۔

مساوات: $W = mg$ میں، علامت w وزن (weight) کو ظاہر کرتی ہے، جس کی اکائی کی علامت J ہے، علامت m کمیت کو ظاہر کرتی ہے، جس کی اکائی کی علامت kg ہے اور علامت g، مادی کشش اسراع کو ظاہر کرتی ہے۔ جس کی اکائی کی علامت msm^{-6} ہے۔ اسی طرح مساوات: $F = ma$ میں، علامت F، قوت (Force) کو ظاہر کرتی ہے۔ جس کی اکائی کی علامت n ہے، علامت m، کمیت کو ظاہر کرتی ہے۔ جس کی اکائی کی علامت kg ہے اور علامت a اسراع کو ظاہر کرتی ہے۔ جس کی اکائی کی علامت ms-2 ہے۔ طبعی مقداروں کے لئے استعمال کی جانے والی ان علامتوں کا مغالطہ اکائیوں: فیریڈ (F)(farad)، میٹر (m)(metre) اور آر (a)(are) کی اکائی علامتوں سے نہیں ہونا چاہئے۔

اسی طرح علامات: h (سابقہ ہیکٹو (hecto) اور اکائی گھنٹہ (hour)] ، C [سابقہ سینٹی (centi) اور اکائی کیرٹ (carat)] d (سابقہ ڈیسی (deci) اور اکائی دن (day)]، T (سابقہ ٹیرا (tera) اور کائی ٹیلسلا (tesla)]، a [سابقہ اٹو (atto) اور اکائی آر (are)] da (سابقہ ڈیگا (deca) اور اکائی ڈیسی آر (deci are)] وغیرہ استعمال کرتے وقت واضح فرق کرنا چاہئے۔

SI بنیادی اکائی کلوگرام (kilogram)، SI سابقہ (ایک ضعف جو $10m^3$ کے مساوی ہے) کلو (kilo) کو cgs (سینٹی میٹر، گرام، سیکنڈ) اکائی، گرام (gram) سے ملحق کر کے تشکیل دی گئی ہے اور یہ ایک بے ضابطگی معلوم ہوتی ہے۔ اسی لئے جبکہ لمبائی کی اکائی (میٹر) کا ہزارواں حصہ ملی میٹر (mm) (millimetre) کہلاتا ہے۔ کمیت کی اکائی کلوگرام (kg) (killogram) کا ہزاروان حصہ صرف گرام (gram) کہلاتا ہے۔ اس سے ایسا محسوس ہوتا ہے جیسے کمیت کی اکائی گرام (g) (gram) ہے، جو کہ درست نہیں ہے۔ یہ صورت اس لئے پیدا ہوگئی ہے کیونکہ ہم نام کلوگرام کی جگہ کوئی دوسری مناسب متبادل اکائی نہیں حاصل کر سکے ہیں۔ اس لئے یہ ایک استثنا ہے کہ کمیت کی اکائی اضعاف اور تحت اضعاف کے نام لفظ گرام کے ساتھ سابقے ملحق کر کے تشکیل دیے جاتے ہیں، لفظ کلوگرام جو SI اکائی ہے کے ساتھ سابقے ملحق کر کے نہیں تشکیل دیے جاتے۔ مثلاً

10^3 kg = 1 megagram (1Mg) لیکن 1 kilo kilogram (1 kkg) نہیں،

$10m^{-6}$ kg = 1 milligram (1 mg) لیکن 1 microkilogram (1 µkg) نہیں،

$10m^{-3}$ kg = 1 gram (1g) لیکن 1millikilogram (1mkg) نہیں، وغیرہ۔

ایک بار پھر یاد دہانی کرانا ضروری ہے کہ آپ کو عالمی پیمانے پر منظور شدہ اور تجویز کردہ علامتیں ہی استعمال کرنا چاہیں۔ اکائی علامتوں کو عمومی قاعدوں اور رہنما یا نہ خطوط کے مطابق لکھنے کی لگاتار مشق کے ذریعے آپ طبعی مقداروں کی SI اکائیوں، سابقوں اور متعلقہ علامتوں کو مناسب پس منظر میں درست طور پر استعمال کرنا سیکھ جائیں گے۔

ضمیمہ A.9 (APPENDIX A.9)

طبعی مقداروں کے ابعادی فارمولے DIMENSIONAL FORMULAE OF PHYSICAL QUANTITIES

ابعادی فارمولا	طبعی مقدار	دیگر طبعی مقداروں سے رشتہ	ابعاد	نمبرشمار
$[M^0 L^2 T^0]$	$[L^2]$	لمبائی × چوڑائی	رقبہ	1.
$[M^0 L^3 T^0]$	$[L^3]$	لمبائی × چوڑائی × اونچائی	حجم	2.
$[M L^{-3} T^0]$	$[M]/[L^3]$ or $[M L^{-3}]$	کمیت / حجم	کمیت کثافت	3.
$[M^0 L^0 T^{-1}]$	$1/[T]$	1 / دوری وقت	تعدد	4.
$[M^0 L T^{-1}]$	$[L]/[T]$	نقل/وقت	رفتار، چال	5.
$[M^0 L T^{-2}]$	$[LT^{-1}]/[T]$	رفتار/وقت	اسراع	6.
$[M L T^{-2}]$	$[M][LT^{-2}]$	کمیت × اسراع	قوت	7.
$[M L T^{-1}]$	$[M L T^{-2}][T]$	قوت × وقت	جھٹکا	8.
$[M L^2 T^{-2}]$	$[MLT^{-2}] [L]$	قوت × فاصلہ	کام، توانائی	9.
$[M L^2 T^{-3}]$	$[ML^2 T^{-2}]/ [T]$	کام/وقت	پاور	10.
$[M L T^{-1}]$	$[M] [LT^{-1}]$	کمیت × رفتار	معیارِ حرکت	11.
$[M L^{-1} T^{-2}]$	$[M L T^{-2}]/[L^2]$	قوت/رقبہ	دباؤ، ذرر	12.
$[M^o L^o T^o]$	$[L] / [L]$ or $[L^3] / [L^3]$	بعد میں تبدیلی / ابتدائی بعد	بگاڑ	13.
$[M L^{-1} T^{-2}]$	$\frac{[M L^{-1} T^{-2}]}{[M^0 L^0 T^0]}$	ذرر/بگاڑ	لچک کے مقیاس	14.
$[M L^0 T^{-2}]$	$[MLT^{-2}]/[L]$	قوت × لمبائی	سطحی تناؤ	15
$[M L^0 T^{-2}]$	$[ML^2 T^{-2}]/[L^2]$	توانائی/رقبہ	سطحی توانائی	16.
$[M^0 L^0 T^{-1}]$	$[LT^{-1}]/[L]$	رفتار / فاصلہ	رفتار	17.
$[M L^{-2} T^{-2}]$	$[ML^{-1}T^{-2}]/[L]$	دباؤ / فاصلہ	دباؤ	18.
$[M L^2 T^{-2}]$	$[ML^{-1}T^{-2}] [L^3]$	دباؤ × حجم	دباؤ توانائی	19.
$[M L^{-1} T^{-1}]$	$\frac{[MLT^{-2}]}{[L^2][LT^{-1} / L]}$	قوت / (رقبہ × رفتار)	لزوجیت کا قریب	20.
$[M^0 L^0 T^0]$	$[L]/[L]$	قوس / (نصف × قطر)	زاویہ، زاویائی نقل	21.
$[M^0 L^0 T^0]$	$[L]/[L]$	) لمبائی / لمبائی	ٹرگنومیٹریائی نسبت sinθ, cosθ, tanθ, etc.	22.
$[M^0 L^0 T^{-1}]$	$[L^0]/[T]$	زاویہ / وقت	زاویائی رفتار	23.

24.	زاویائی اسراع	زاویائی رفتار / وقت	$[T^{-1}]/[T]$	$[M^0L^0T^{-2}]$
25.	جائریشن کا نصف قطر	فاصلہ	$[L]$	$[M^0LT^0]$
26.	جمود کا معیارِ حرکت اثر	کمیت × (جائریشن نصف قطر)^2	$[M]\,[L^2]$	$[ML^2T^0]$
27.	زاویائی معیارِ حرکت	جمود معیارِ اثر × زاویائی رفتار	$[ML^2]\,[T^{-1}]$	$[ML^2T^{-1}]$
28.	قوت کا معیارِ اثر، جفتہ کا معیار اثر	قوت × فاصلہ	$[MLT^{-2}]\,[L]$	$[ML^2T^{-2}]$
29.	قوت گردشہ	زاویائی میعارِ حرکت / وقت یا قوت × فاصلہ	$[ML^2T^{-1}]/[T]$ or $[MLT^{-2}]\,[L]$	$[ML^2T^{-2}]$
30.	زاویائی تعدد	تعدد × π فاصلہ 2	$[T^{-1}]$	$[M^0L^0T^{-1}]$
31.	طول موج	فاصلہ	$[L]$	$[M^0LT^0]$
32.	ہبل مستقلہ	توانائی/وقت/رقبہ	$[LT^{-1}]/[L]$	$[M^0L^0T^{-1}]$
33.	موج کی شدت	رجعتی رفتار / فاصلہ	$[ML^2T^{-2}/T]/[L^2]$	$[ML^0T^{-3}]$
34.	اشعاع دباؤ	موج کی شدت / روشنی کی چال	$[MT^{-3}]/[LT^{-1}]$	$[ML^{-1}T^{-2}]$
35.	توانائی کثافت	توانائی/حجم	$[ML^2T^{-2}]/[L^3]$	$[ML^{-1}T^{-2}]$
36.	فاصل رفتار	رینالڈ عدد × لزوجیت کا ٹریب / کمیت کثافت × نصف قطر	$\frac{[M^0L^0T^0][ML^{-1}T^{-1}]}{[ML^{-3}][L]}$	$[M^0LT^{-1}]$
37.	فرار رفتار	(مادی کشش اسراع × 2 × اونچائی)$^{1/2}$	$[LT^{-2}]^{1/2} \times [L]^{1/2}$	$[M^0LT^{-1}]$
38.	حرارتی توانائی، اندرونی توانائی	(فاصلہ × قوت) = کام	$[MLT^{-2}]\,[L]$	$[ML^2T^{-2}]$
39.	حرکی توانائی	(1/2) کمیت × (رفتار)^2	$[M]\,[LT^{-1}]^2$	$[ML^2T^{-2}]$
40	توانائی بالقوۃ	کمیت × مادی کشش اسراع × اونچائی	$[M]\,[LT^{-2}]\,[L]$	$[ML^2T^{-2}]$
41.	گردشی حرکی توانائی	(زاویائی رفتار)^2 × جمود (1/2 × معیارِ اثر)	$[M^0L^0T^0]\,[ML^2] \times [T^{-1}]^2$	$[ML^2T^{-2}]$
42.	استعداد	برآمدہ کام یا توانائی / درآمدہ کام یا توانائی	$\frac{[ML^2T^{-2}]}{[ML^2T^{-2}]}$	$[M^0L^0T^0]$
43.	زاویائی جھٹکا	وقت × قوت	$[ML^2T^{-2}]\,[T]$	$[ML^2T^{-1}]$
44.	مادی کشش مستقلہ	قوت × (فاصلہ)^2 / کمیت × کمیت	$\frac{[MLT^{-2}][L^2]}{[M]\,[M]}$	$[M^{-1}L^3T^{-2}]$
45.	پلانک مستقلہ	توانائی/تعدد	$[ML^2T^{-2}]/[T^{-1}]$	$[ML^2T^{-1}]$

$[ML^2T^{-2}K^{-1}]$	$[ML^2T^{-2}]/[K]$	حرارت توانائی / درجہ حرارت	حرارتی گنجائش ناکارگی	46.
$[M^0L^2T^{-2}K^{-1}]$	$[ML^2T^{-2}]/[M][K]$	حرارت توانائی / (کمیت × درجہ حرارت)	نوعی حرارت گنجائش	47.
$[M^0L^2T^{-2}]$	$[ML^2T^{-2}]/[M]$	حرارت توانائی / کمیت	مخفی حرارت	48.
$[M^0L^0K^{-1}]$	$[L]/[L][K]$	ابعاد میں تبدیلی / (آغازی ابعاد × درجہ حرارت)	حرارتی پھیلاؤ ضریب یا حرارتی اتساعیت	49.
$[MLT^{-3}K^{-1}]$	$\frac{[ML^2T^{-2}][L]}{[L^2][K][T]}$	(موٹائی × حرارتی توانائی) / (رقبہ × درجہ حرارت × وقت)	حرارتی ایصالیت	50.
$[ML^{-1}T^{-2}]$	$\frac{[L^3][ML^{-1}T^{-2}]}{[L^3]}$	((دباؤ میں تبدیلی) × حجم) / حجم میں تبدیلی	حجم مقیاس یا $(\text{داب پذیری})^{-1}$	51.
$[M^0LT^{-2}]$	$[LT^{-1}]^2/[L]$	$(\text{رفتار})^2$ / نصف قطر	مرکز جو اسراع	52.
$[ML^0T^{-3}K^{-4}]$	$\frac{[ML^2T^{-2}]}{[L^2][T][K]^4}$	(توانائی × رقبہ × وقت) / $(\text{درجہ حرارت})^4$	اسٹیفن مستقلہ	53.
$[M^0LT^0K]$	$[L][K]$	درجہ حرارت × طول لہر	وین مستقلہ	54.
$[ML^2T^{-2}K^{-1}]$	$[ML^2T^{-2}]/[K]$	توانائی / درجہ حرارت	بولٹز مین مستقلہ	55.
$[ML^2T^{-2}K^{-1}$ $mol^{-1}]$	$\frac{[ML^{-1}T^{-2}][L^3]}{[mol]\ [K]}$	(حجم × دباؤ) / (درجہ حرارت × مول)	عالمی گیس مستقلہ	56.
$[M^0L^0TA]$	$[A][T]$	وقت × کرنٹ	برقی بار	57.
$[M^0L^{-2}T^0A]$	$[A]/[L^2]$	کرنٹ / رقبہ	کرنٹ کثافت	58.
$[ML^2T^{-3}A^{-1}]$	$[ML^2T^{-2}]/[AT]$	کام / چارج	وولٹیج، برقی قوّہ، برق محرک قوت	59.
$[ML^2T^{-3}A^{-2}]$	$\frac{[ML^2T^{-3}A^{-1}]}{[A]}$	قوّہ فرق / کرنٹ	مزاحمت	60.
$[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$	$\frac{[AT]}{[ML^2T^{-3}A^{-1}]}$	چارج / قوّہ فرق	Capacitance	61.
$[ML^3T^{-3}A^{-2}]$	$[ML^2T^{-3}A^{-2}]$ $[L^2]/[L]$	(رقبہ × مزاحمت) / لمبائی	Electrical resistivity or (electrical conductivity)$^{-1}$	62.
$[MLT^{-3}A^{-1}]$	$[MLT^{-2}]/[AT]$	برقی قوت / بار	Electric field	63.
$[ML^3T^{-3}A^{-1}]$	$[MLT^{-3}A^{-1}][L^2]$	برقی میدان × رقبہ	Electric flux	64.

نمبر	مقدار	ضابطہ	ابعاد	ابعادی ضابطہ
65.	برقی دو قطبی معیارِ اثر	قوت گردشہ / برقی میدان	$\frac{[ML^2 T^{-2}]}{[MLT^{-3} A^{-1}]}$	$[M^0 LTA]$
66.	برقی میدان طاقت یا برقی شدت	قوۃ فرق / فاصلہ	$\frac{[ML^2 T^{-3} A^{-1}]}{[L]}$	$[MLT^{-3} A^{-1}]$
67.	مقناطیسی میدان، مقناطیسی فلکس کثافت مقناطیسی امالہ	قوت / (کرنٹ × لمبائی)	$[MLT^{-2}]/[A]\,[L]$	$[ML^0 T^{-2} A^{-1}]$
68.	مقناطیسی فلکس	مقناطیسی میدان × رقبہ	$[MT^{-2} A^{-2}]\,[L^2]$	$[ML^2 T^{-2} A^{-1}]$
69.	امالیت	مقناطیسی فلکس / کرنٹ	$\frac{[ML^2 T^{-2} A^{-1}]}{[A]}$	$[ML^2 T^{-2} A^{-2}]$
70.	مقناطیسی دو قطبی معیارِ اثر	قوت گردشہ/ برقی میدان یا کرنٹ × رقبہ	$[ML^2 T^{-2}] / [MT^{-2} A^{-1}]$ or $[A]\,[L^2]$	$[M^0L^2T^0A]$
71.	مقناطیسی میدان طاقت، مقناطیسی شدت یا مقناطیسی معیارِ اثر کثافت	مقناطیسی معیارِ اثر / حجم	$\frac{[L^2A]}{[L^3]}$	$[M^0L^{-1}T^0A]$
72	برقی سرایت پذیری مستقلہ (خلاء کا)	چارج × چارج / $(4\pi\times$ برقی قوت × فاصلہ$)^2$	$\frac{[AT][AT]}{[MLT^{-2}][L]^2}$	$[M^{-1}L^{-3}T^4 A^2]$
73.	مقناطیسی سرایت پذیری مستقلہ (خلاء کا)	$2\pi\times$ قوت × فاصلہ / (لمبائی × کرنٹ × کرنٹ)	$\frac{[M^0 L^0 T^0][MLT^{-2}][L]}{[A][A][L]}$	$[MLT^{-2} A^{-2}]$
74.	انعطاف اشاریہ	خلاء میں روشنی کی رفتار / واسطے میں روشنی کی رفتار	$[LT^{-1}]/LT^{-1}]$	$[M^0L^0T^0]$
75.	فیراڈے مستقلہ	ایوگیڈرو مستقلہ × بنیادی چارج	$[AT]/[mol]$	$[M^0L^0TA\,mol^{-1}]$
76.	موج عدد	2π / طولِ موج	$[M^0L^0T^0] / [L]$	$[M^0L^{-1} T^0]$
77.	اشاعی فلکس، اشعاعی پاور	اشعاع شدہ توانائی/وقت	$[ML^2T^{-2}]/[T]$	$[ML^2T^{-3}]$
78.	اشعاعی فلکس کی درخشانیت یا اشاعی پذیر شدت	اشعاع پاور یا وسیلہ کا اشعاعی فلکس / ٹھوس زاویہ	$[ML^2T^{-3}] / [M^0L^0T^0]$	$[ML^2 T^{-3}]$
79	درخشانی پاور یا وسیلے کا درخشانی فلکس	خارج شدہ درخشانی توانائی / وقت	$[ML^2 T^{-2}]/[T]$	$[ML^2 T^{-3}]$

80.	درخشانی شدت یا وسیلے کی روشن کاری طاقت	درخشاں فلکس / ٹھوس زاویہ	$[ML^2 T^{-3}]/[M^0L^0T^0]$	$[ML^2 T^{-3}]$
81.	روشن کاری کی شدت	درخشاں شدت / $(فاصلہ)^2$	$[ML^2 T^{-3}]/[L^2]$	$[ML^0T^{-3}]$
82.	اضافی درخشانیت	دی ہوئی طولِ لہر کے وسیلے کا درخشاں فلکس / اسی پاور کی از حد حساس طول لہر (555nm) کے وسیلے کا درخشاں فلکس	$[ML^2T^{-1}]/[ML^2T^{-3}]$	$[M^0L^0T^0]$
83.	درخشانی استعداد	کل درخشاں فلکس / کل اشعاعی فلکس	$[ML^2 T^{-3}] / [ML^2T^{-3}]$	$[M^0L^0T^0]$
84.	روشن کاری	واقع درخشاں فلکس / رقبہ	$[ML^2T^{-3}]/[L^2]$	$[ML^0T^{-3}]$
85.	کمیت نقص	(نیوکلیانوں کی کمیتوں کا حاصل جمع) (نیوکلیس کی کمیت)	$[M]$	$[ML^0T^0]$
86.	نیوکلیس کی بندش توانائی	کمیت نقص × (خلاء میں روشنی کی رفتار)	$[M] [L T^{-1}]^2$	$[ML^2 T^{-2}]$
87.	تنزل مستقلہ	0.693 نصف حیات	$[T^{-1}]$	$[M^0L^0T^{-1}]$
88.	گمک تعدد	$(امالیت × گنجائش)^{-1/2}$	$[ML^2T^{-2}A^{-2}]^{-\frac{1}{2}}$ x $[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]^{-\frac{1}{2}}$	$[M^0L^0 A^0 T^{-1}]$
89.	Quality factor or Q-factor of coil کیفیت	گمک تعداد × امالیت / مزاحمت	$[T^{-1}][ML^2T^{-2}A^{-2}]/[ML^2T^{-3}A^{-2}]$	$[M^0L^0T^0]$
90.	عدسہ کی پاور	$(طول ماسکہ)^{-1}$	$[L^{-1}]$	$[M^0L^{-1} T^0]$
91.	تکبیر	عکس کی دوری / شے کی دوری	$[L]/[L]$	$[M^0L^0T^0]$
92.	سیال بہنے کی شرح	$(\pi/8)$(دباؤ)×$(نصف قطر)^4$ / (لزوجیت ضریب)×(لمبائی)	$[ML^{-1}T^{-2}][L^4]/[ML^{-1}T^{-1}][L]$	$[M^0L^3T^{-1}]$
93	گنجائش ناالیت	زاویائی تعدد × گنجائش	$[T^{-1}]^{-1}[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]^{-1}$	$[ML^2 T^{-3} A^{-2}]$
94.	امالی ناالیت	زاویائی تعدد × امالیت	$[T^{-1}][ML^2 T^{-2} A^{-2}]$	$[ML^2 T^{-3} A^{-2}]$

جوابات (ANSWERS)

باب 2

2.1 (a) 10^{-6} ; (b) 1.5×10^{4} ; (c) 5; (d) 11.3, 1.13×10^{-4}

2.2 (a) 10^{7} ; (b) 10^{-16}; (c) 3.9×10^{4}; (d) 6.67×10^{-8} 6.67×10^{-8}

2.5 500

2.6 (c)

2.7 0.035 mm

2.9 94.1

2.10 (a) 1 ; (b) 3 ; (c) 4 ; (d) 4 ; (e) 4 ; (f) 4

2.11 8.72 m^2 ; 0.0855 m^3

2.12 (a) 2.3 kg ; (b) 0.02 g

2.13 13% ; 3.8

2.14 (b) اور (c) اعبادی لحاظ سے غلط ہیں۔ اشارہ: ایک ٹرگنومیٹریائی تفاعل کا حامل زاویہ (argument) ہمیشہ غیر ابعادی ہونا چاہیے۔

2.15 درست فارمولا ہے: $m=m_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2}$

2.16 $\cong 3\times10^{-7}\ m^3$

2.17 10^4 ~ ایک گیس میں بین مالیکیولیائی فاصلہ، مالیکیول کے سائز کے مقابلے میں بہت زیادہ ہوتا ہے۔

2.18 قریب کی اشیاء مشاہد کی آنکھ پر، دور کی اشیاء کے مقابلے میں بڑا زاویہ بناتی ہیں۔ جب آپ متحرک ہوتے ہیں تو دور کی اشیائے لیے، زاویائی تبدیلی، قریب کی اشیاء کے لیے زاویائی تبدیلی کے مقابلے میں کم ہے۔ اس لیے یہ دور کی اشیاء آپ کو اپنے ساتھ حرکت کرتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں، جبکہ قریب کا اشیاء آپ کو اپنے ساتھ حرکت کرتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں، جبکہ قریب کی اشیاء مخالف سمت میں حرکت کرتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔

2.19 3×10^{16}m ~، لمبائی کی اکائی کے بہ طور ایک پارسیک (persec) کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ ایک پارسیک، 3.084×10^{16} m کے مساوی ہے۔

2.20 1.32 persec ; 2.64 (آرک کا سیکنڈ)

2.23 1.4×10^{3} kg m^{-3}، سورج کی کمیت کثافت، مائع رٹھوس کی کثافت کی سعت میں ہے، گیسوں کی کثافت کی سعت میں نہیں۔ کثافت کے اتنا زیادہ

ہونے کی وجہ سورج کی اندورنی تہوں کی باہری تہوں پر اندر کی سمت میں قوتِ کشش ہے۔

2.24 1.29×10^5 km

2.25 اشارہ : $\tan\theta$ کو غیرابعادی ہونا لازمی ہے۔درست فارمولا ہے: $\tan\theta = \frac{v}{v'}$ ، جہاں v' بارش کے گرنے کی چاہ ہے۔

2.26 $1^{11} - 10^{12}$ میں 1 حصہ کی درستگی صحت

2.27 0.7×10^3 kg m^{-3} ~ میں 1 ٹھوس ہیئت میں ایٹم ایک دوسرے کے بہت نزدیک ہوتے ہیں، اس لیے ایٹمی کمیت کثافت، ٹھوس کی کمیت کثافت کے قریب ہوتی ہے۔

2.28 0.03×10^{18} m^{-3} ~ نیوکلیائی کثافت، مادہ کی ایٹمی کثافت کی 10^{15} گنا ہوتی ہے۔

2.29 3.84×10^8 m

2.30 55.8 km

2.31 2.8×10^{22} km

2.32 3.581 km

2.33 اشارہ : مقدار $\frac{e^4}{(16\pi^2 \varepsilon_0^2 m_p m_e^2 c^3 G)}$ کے ابعاد وقت کے ہیں۔

باب 3

3.1 (a) , (b)

3.2 (a) A ------ B ‘ (b) A ------ B ‘ (c) B ----- A ‘ (d) یکساں (e) B ----- A ----ایک بار

3.4 375

3.5 1000 km/h

3.6 3.06 m s^{-2}; 11.45

3.7 1250 m (اشارہ : B کی حرکت کو A کی مناسبت سے دیکھیے)

3.8 1 m s^{-2} (اشارہ : B اور c کی حرکت کو A کی مناسبت سے دیکھیے)

3.9 T=9 min ' چال = 40 km/h ، اشارہ : $\frac{vT}{v+20} = 6$

3.10 راسی نیچے کی سمت میں، (b) صفر رفتار، 9.8 m s^{-2} کا اسراع نیچے کی طرف

(c)$x > 0$ (نیچے کی جانب)، $a>0$ پوری حرکت کے دوران، $44/1m, 6s$

3.11 (a) صادق (b) غیرصادق (c) صادق (اگر ذرہ اسی لمحے، یکساں چال سے واپس لوٹتا ہے، اس کا مطلب ہے لا متناہی اسراع، جو غیر طبعی ہے۔)
(d) غیرصادق (صرف تب ہی صادق ہوسکتا ہے جب منتخب کی گئی مثبت سمت، حرکت کی سمت کے جانب ہے۔)

3.14 (a) $5km\ h^{-1},\ 5km h^{-1}$ (b) $0,\ 6\ km h^{-1}$ (c) $\frac{15}{8} hmh^{-1}, \frac{45}{8} hmh^{-1}$

3.15 کیونکہ ایک اختیاری قلیل وقفہ وقت کے لیے، نقل کی عددی قدر، راہ کی لمبائی کے مساوی ہے۔

3.16 چاروں گراف ناممکن ہیں۔(a) ایک ذرہ کے ایک ہی وقت پر دو مختلف مقامات نہیں ہوسکتے۔
(b) ایک ذرّہ کی ایک ہی وقت پر رفتار دو مخالف سمتوں میں نہیں ہوسکتی۔
(c) چال ہمیشہ غیر منفی ہوتی ہے۔ (d) ایک ذرسہ کی کل راہ لمبائی وقت کے ساتھ کم نہیں ہوسکتی۔
(نوٹ: گراف میں دکھائے گئے تیر کے نشانات بے معنی ہیں۔)

3.17 نہیں، درست نہیں۔ x-t ترسیم ایک ذرّہ کا خط راہ نہیں دکھاتی۔ تناظر: ایک جسم $t=0$ پر ایک مینار $(x=0)$ سے گرایا گیا ہے۔

3.18 $105\ ms^{-1}$، وقت

3.19 (a) ایک ہموار فرش پر رکھی ہوئی گیند کو ٹھوکر ماری گئی ہے۔ وہ دیور سے ٹکرا کر، پہلے کے مقابلے میں کم چال سے واپس لوٹتی ہے اور مخالف دیوار تک حرکت کرتی ہے جو اسے روک دیتی ہے۔
(b) ایک گیند کو کسی آغازی رفتار سے اوپر اچھالا جاتا ہے۔ ہر بار فرش سے ٹکرانے کے بعد اس کی چال بتدریج کم ہوتی جاتی ہے۔(c) ایک ہموار حرکت کرتی ہوئی کرکٹ کی گیند ایک بلّے سے مارے جانے کے بعد، ایک بہت ہی مختصر وقفہ وقت کے لیے واپس گھوم جاتی ہے۔

3.20 $x<0, v<0,\ a>0$ ، $x>0, v>0, a<0$ ، $x<0, v>, a>0$

3.21 3 میں سب سے زیادہ، 2 میں سب سے کم، 1 اور 2 میں $v<0$ ، 3 میں $v>0$

3.22 اسراع کی عددی قدر 2 میں سب سے زیادہ ہے، چال 3 میں سب سے زیادہ ہے،
1، 2 اور 3 میں $v>0$، 1 اور 3 میں $a>0$، 2 میں $a<0$، A، B، C اور D پر $a=0$

3.23 ہموار اسراعی حرکت کے لیے وقت– محور کے ساتھ جھکا ہوا ایک خطِ مستقیم، ہموار حرکت کے لیے وقت– محور کے متوازی

3.24 $10s,\ 10s$

3.25 $13\ km\ h^{-1}$ (b) ، $5\ km\ h^{-1}$ (c) دونوں میں سے کسی بھی سمت میں $20s$، والدین میں سے کسی کے بھی دیکھنے پر، بچے کی چال، دونوں میں سے کسی بھی سمت میں $9\ km\ h^{-1}$ ہے، (c) کا جواب تبدیل نہیں ہوتا۔

3.26 (خطی حصّہ) $x_2 - x_1 = 15t$ ، h^{-1} (انحنائی حصّہ) $x_2 - x_1 = 200 + 30t - 5^2t$

3.27 (a) $60m,\ 6ms^{-1}$ (b) $36m,\ 9ms^{-1}$

3.28 (c)، (d)، (f)

باب 4

4.1 حجم، کمیت، چال، کثافت، مولوں کی تعداد، زاویائی تعدد، عدد یے ہیں، باقی سب سمتیے ہیں۔

4.2 کام، برقی رو

4.3 جھٹکا

4.4 صرف (c) اور (d) ہو سکتے ہیں۔

4.5 (a) 7 ، (b) F ، (c) F ، (d) T ، (e) T

4.6 اشارہ : ایک مثلث کے کن ہی دو اضلاع کی لمبائیوں کا حاصل جمع (حاصلِ تفریق)، کبھی بھی تیسرے ضلع کی لمبائی سے کم (زیادہ) نہیں ہو سکتا۔ ہم خط سمتیوں کے لیے مساوات درست ہے۔

4.7 سوائے (a) کے تمام بیانات درست ہیں۔

4.8 ہر ایک کے لیے 400 m ، B

4.9 (a) 0 ، (b) 0 ، (c) $21.4\ km\ h^{-1}$

4.10 عددی قدر 1 km اور آغازی سے 60^0 سمت میں نقل، کل راہ لمبائی 1.5 km (تیسرا موڑ)، نل نقل سمتیہ، راہ لمبائی = 3 km (چھٹا موڑ)، 866m ، 30^0 ، 4km (آٹھواں موڑ)

4.11 (a) $49.3\ km\ h^{-1}$ ، (a) $21.4\ km\ h^{-1}$ نہیں، اوسط چال، اوسط رفتار کی عددی قدر کے مساوی صرف مستقیم راہ لے لیے ہوتی ہے۔

4.12 جنوب کی جانب، عمود سے تقریباً 18^0 کے زاویے پر

4.13 15 min, 750m

4.14 مشرق (تقریباً)

4.15 150.5 m

4.16 50 m

4.17 $9.9\ m\ s^{-1}$ نہیں، او مرکز کی طرف کے ہر نقطہ پر، نصف قطر کی جانب

4.18 6.4 g

4.19 غیر صادق (صادق صرف ہموار دائری حرکت کے لیے) (b) صادق (c) صادق

4.20 (a) $v(t) = (3.0\hat{i} - 4.0t\,\hat{j}), a(t) = -4.0\,\hat{j}$ ، (b) $8.54\ ms^{-1}$ ، x- محور کے ساتھ 70^0

4.21 (a) $21.26\ m\ s^{-1}$ ، 24m, 25,

4.22 $\sqrt{2}$ ، x – محور کے ساتھ 45^0 ، $\sqrt{2}$ ، -x محور کے ساتھ (-45^0) ، $\left(\frac{5}{\sqrt{2}}-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$

4.23 (b) اور (e)

4.24 صرف (e) صادق ہے

4.25 $182\ m\ s^{1}$

4.27 نہیں، گردش (چکروں) کو عمومی طور پر سمتیوں سے منسلک نہیں کیا جا سکتا۔

4.28 مسطح رقبہ کے ساتھ ایک سمتیہ منسلک کیا جاتا ہے۔

4.29 نہیں

4.30 عمود کے ساتھ $\sin^{-1}(\frac{1}{3})=19.5^0$ کا زاویہ پر $16\ km$

4.31 $0.86\ ms^{2}$، رفتار کی سمت کے ساتھ 54.5^0 کے زاویہ پر

باب 5

5.1 (a) سے (d)، نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق کوئی نیٹ قوت نہیں لگتی

(e) چونکہ یہ برق مقناطیسی اور مادی کشش قوت پیدا کرنے والی طبعی ایجنسیوں سے بہت دور ہے، لہٰذا کوئی قوت نہیں لگتی۔

5.2 ہر ایک حالت میں (ہوا کے اثر کو نظر انداز کرتے ہوئے) کنکر پر صرف 0.5N کی مادی کشش قوت عمودی نشیبی سمت میں لگتی ہے۔ اگر کنکر کی حرکت عمود کے موافق نہیں ہے تب بھی جواب میں کوئی تبدیلی نہیں ہوگی۔ کنکر اعلاترین نقطے پر سکونی حالت میں نہیں ہے۔ اس کی پوری حرکت کے دوران اس کی رفتار کا ایک مستقلہ افقی جزو ہوتا ہے۔

5.3 (a) 1 N عمودی نشیبی، (b) وہی جو (a) میں ہے، (c) وہی جو (a) میں ہے؛ کسی بھی ساعت پر قوت اس ساعت کی حالت پر منحصر ہوتی ہے، تاریخ پر نہیں۔

(d) 0.1 N ریل گاڑی کی حرکت کی سمت میں۔

5.4 (i) T

5.5 $a=-2.5\ ms^{-2}$، $v=u+at$ کا استعمال کرنے پر، $0=15-2.5t$ یعنی $t=6.0\ s$

5.6 $a=1.5/25=0.06\ m^{-2}s$

$F=3\times0.06=0.18\ N$، حرکت کی سمت میں۔

5.7 حاصل قوت 10 N، 8N کی قوت سے $\tan^{-1}(3/4)=37^0$، 8 N کا زاویہ بناتے ہوئے۔

اسراع $=2\ m\,s^{-1}$ ماحصل قوت کی ہی سمت میں۔

5.8 $a=-2.5\ m\,s^{-2}$، $465\times2.5=1.2\times10^{3}$ ابطا قوت

5.9 $F - 20,000 \times 10 = 20,000 \times 5.0$ یعنی $F = 3.0 \times 10^5$ N

5.10 $0 < t < 30$ s $a = -20$ m s^{-2}

$t = -5$ s : $x = ut = -10 \times 5 = -50$ m

$t = 25$ s : $x = u\,t + (½)\,a\,t^2 = (10 \times 25 - 10 \times 625)$m $= -6$ km

$t = 100$ s پہلے 30 s تک کی حرکت پر غور کیجیے :

$x_1 = 10 \times 30 - 10 \times 900 = -8700$ m

$t = 30$ s پر، $v = 10 - 20 \times 30 = -590$ m s^{-1}

30 s سے 100 s تک کی حرکت کے لیے: $x_2 = -590 \times 70 = -41300$ m

$x = x_1 + x_2 = -50$ km

5.11 (a) کا کی رفتار ($t = 10$s پر) $= 0 + 2 \times 10 = 20$ m s^{-1}

نیوٹن کی حرکت کے پہلے قانون کے مطابق پوری حرکت کی مدت میں رفتار کا افقی جز 20 m s^{-1} ہے۔

رفتار کا عمودی جز ($t = 11$s پر) $= 0 + 10 \times 1 = 10$ m s^{-1}

($t = 11$s) پر پتھر کی رفتار، 22.4 m s^{-1} $= \sqrt{500} = \sqrt{20^2 + 10^2} =$ پتھر کی رفتار ($t = 11$ s پر)

افقی سمت سے $\tan^{-1}(½)$ کا زاویہ بناتے ہوئے۔

(b) 10 m s^{-2} عمودی طور پر نشیبی۔

5.12 (a) انتہائی حالت پر باب (bob) کی چال صفر ہے۔ اگر ڈوری کاٹ دی جائے تو وہ عمودی سمت میں نیچے کی طرف گرے گا۔

(b) وسط مقام پر باب (bob) میں افقی رفتار ہوتی ہے۔ اگر ڈوری کاٹ دی جائے تو وہ ایک مکافی (پیرابولی) راہ اختیار کرتے ہوئے گرے گا۔

5.13 میزان (پیمانے) کی ریڈنگ شخص کے ذریعہ فرش پر لگائی گئی قوت کی پیمائش ہوتی ہے۔ نیوٹن کے حرکت کے تیسرے قانون کے مطابق یہ فرش کے ذریعہ شخص پر لگائی گئی عمودی قوت N کے مساوی اور مخالف ہوتا ہے۔

(a) $N = 70 \times 10 = 700$N ؛ ریڈنگ 70 kg ہے۔

(b) $70 \times 10 - N = 70 \times 5$ ؛ ریڈنگ 35 kg ہے

(c) $N - 70 \times 10 = 70 \times 5$ ؛ ریڈنگ 1050 kg ہے

(d) $70 \times 10 - N = 70 \times 10$ ؛ پیمانے کی ریڈنگ صفر ہوگی۔

5.14 (a) سبھی تینوں وقفہ وقت میں اسراع صفر ہے اور اس لیے قوت بھی صفر ہے۔

(b) $t = 0$ پر : 3kg m s^{-1} ؛ (c) $t = 4$ s پر : -3 kg m s^{-1}

5.15 اگر 20 kg کمیت کے جسم کو کھینچتے ہیں، تو

$$600 - T = 20\,a, \quad T = 10\,a$$
$$a = 20 \text{ m s}^{-2}, \quad T = 200 \text{ N}$$

اگر $10\ kg$ کمیت کے جسم کو کھینچتے ہیں تو $T = 400\ N$; $a = 20\ m\ s^{-2}$

5.16 $T - 8 \times 10 = 8a,\ 12 \times 10 - T = 12a$

یعنی، $a = 2\ m\ s^{-2};\ T = 96\ N$

5.17 معیارِحرکت کی بقا کے اصول کے ذریعہ کل آخری معیارِحرکت صفر ہے۔دو معیارِحرکت سمتیوں کا حاصلِ جمع تب تک صفرنہیں ہوسکتا جب تک کہ وہ دونوں مساوی اور مخالف نہ ہوں۔

5.18 ہر ایک گیند پر جھٹکے کی قدر $= 0.05 \times 12 = 0.6\ kg\ m\ s^{-1}$ ،دونوں جھٹکے مخالف سمتوں میں ہیں۔

5.19 معیارِحرکت کی بقا کے اصول کا استعمال کرتے ہوئے : $100\ v = 0.02 \times 80$

$v = 0.016\ m\ s^{-1} = 1.6\ cm\ s^{-1}$

5.20 جھٹکا، ابتدائی اور آخری سمتوں کے ناصف (bisector) کی سمت میں ہے۔اس کی عددی قدر ہے: $0.15 \times 2 \times 15 \times \cos 22.5° = 4.2\ kg\ m\ s^{-1}$

5.21 $v = 2\pi \times 1.5 \times \frac{40}{60} = 2\pi\ m\ s^{-1}$

$T = mv^2/R = 0.25 \times 4\pi^2/1.5 = 6.6\ N$

$200 = mv^2_{max}/R$ ؛اس سے حاصل ہوتا ہے: $v_{max} = 34.6\ m\ s^{-1}$

5.22 پہلے قانون کے مطابق متبادل (b) صحیح ہے۔

5.23 (a) خالی فضا (empty space) میں گھوڑا گاڑی نظام پر کوئی بیرونی قوت عمل پذیر نہیں ہے۔گھوڑا اور گاڑی کے درمیان باہمی قوتیں رد ہو جاتی ہیں (تیسرا قانون)۔فرش پر، نظام اور فرش کے درمیان تماسی قوت (رگڑ قوت) گھوڑے اور گاڑی کو ان کی حالتِ سکون سے حرکت میں لانے کا سبب ہوتی ہے۔

(b) جسم کا جو حصہ نشست (سیٹ) کے سیدھے رابطے میں نہیں ہے اس کے جمود کے سبب۔

(c) لان مووَر (گھاس ہٹانے والا) کو کسی زاویے پر قوت اطلاق کر کے کھینچا یا ڈھکیلا جاتا ہے۔جب آپ دھکا دیتے ہیں، تب عمودی سمت میں توازن کے لیے عمودی قوت (N) اس کے وزن سے زیادہ ہونا چاہیے۔اس کے نتیجے میں رگڑ قوت f ($f \propto N$) بڑھ جاتی ہے اور اسی لیے مووَر کو چلانے کے لیے زیادہ قوت لگانی پڑتی ہے۔کھینچتے وقت ٹھیک اس کے برعکس ہوتا ہے۔

(d) ایسا معیارِحرکت (momentum) کی تبدیلی کی شرح کو کم کرنے اور اس طرح گیند کو روکنے کے لیے ضروری قوت کو کم کرنے کے لیے کرتا ہے۔

5.24 $x = 0$ اور $x = 2\ cm$ پر واقع دیواروں سے ہر $2\ s$ کے بعد $1\ cm\ s^{-1}$ کی یکساں چال سے جسم ذرے کے ذریعہ حاصل جھٹکے کی عددی قدر: جھٹکے کی عددی قدر $0.04\ kg \times .02\ m\ s^{-1} = 8 \times 10^{-4}\ kg\ m\ s^{-1}$

5.25 ،کل قوت $= 65\ kg \times 1\ m\ s^{-2} = 65\ N$

$a_{max} = \mu_s\, g = 2\ m\ s^{-2}$

5.26 متبادل (a) صحیح ہے۔نوٹ کیجیے۔

$$mg + T_2 = m\boldsymbol{v}_2^2/R, \qquad T_1 - mg = m\boldsymbol{v}_1^2/R$$

اصول یہ ہے : کسی جسم پر لگائی گئی حقیقی مادی قوتوں (تناؤ، مادی کشش قوت وغیرہ) اور ان قوتوں کے اثرات کے ساتھ (اسی مثال میں مرکز جو اسراع v_1^2/R یا $v^2 2/R$) غلط فہمی نہ ہو۔

5.27 (a) 'آزاد جسم' : جہاز کا عملہ اور مسافر

(اوپر کی جانب) F = فرش کے ذریعہ نظام پر قوت

(نیچے کی جانب) mg = نظام کا وزن

$$F - 300 \times 10 = 300 \times 15$$

$$F = 7.5 \times 10^3 \text{ N}$$ (نیچے کی جانب)

تیسرے قانون کے ذریعہ، عملہ ہیلی کاپٹر اور مسافروں کے ذریعہ فرش پر قوت: 7.5×10^3 N = ، (نیچے کی جانب)۔

(b) ''آزاد جسم'' : ہیلی کاپٹر + عملہ + مسافر

(اوپر کی جانب): R ہوا کے ذریعہ نظام پر قوت، (نیچے کی جانب) mg = نظام کا وزن

$$R - 1300 \times 10 = 1300 \times 15$$

(اوپر کی جانب) $R = 3.25 \times 10^4$ N (نیچے کی جانب)

تیسرے قانون کے مطابق ہوا پر ہیلی کاپٹر کے ذریعے قوت (عمل): 3.25×10^4 N = (نیچے کی جانب)

(c) (اوپر کی جانب) 3.25×10^4 N

5.28 فی سیکنڈ دیوار سے ٹکرانے والے پانی کی کمیت = $10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 10^{-2} \text{ m}^2 \times 15 \text{ m s}^{-1} = 150 \text{ kg s}^{-1}$،

پانی کے معیارِ حرکت کا زیاں فی سیکنڈ = دیوار کے دریعے لگائی گی قوت = $150 \text{ kg s}^{-1} \times 15 \text{ m s}^{-1} = 2.25 \times 10^3$ N

5.29 (a) $3\,mg$ (نیچے) (b) $3\,mg$ نیچے (c) $4\,mg$ (اوپر)

5.30 اگر پنکھوں پر عمودی قوت N ہے، تب

$$N \cos\theta = mg, \qquad N \sin\theta = mv^2/R$$

جس سے حاصل ہوتا ہے

$$R = \frac{v^2}{g \tan\theta} = \frac{200 \times 200}{10 \times \tan 15^\circ} = 14.9 \text{km}$$

5.31 پٹریوں کے ذریعہ پہیوں کے ابھرے ہوئے کناروں (flanges) پر عرضی دھکا (lateral thrust)، مرکز جو (centripetal) قوت فراہم کرتا ہے۔ تیسرے قانون کے مطابق ریل گاڑی کے پہیے پٹریوں پر مساوی اور مخالف دھکا لگاتے ہیں جس کے سبب پٹریوں میں ٹوٹ پھوٹ ہوتی ہے۔

موڑ کا ڈھال زاویہ ، $\tan^{-1}\left(\frac{v^2}{R g}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{15 \times 15}{30 \times 30}\right) = 37^\circ$ = لگائی گئی

5.32 حالتِ توازن میں شخص پر الگ رہی قوتوں پر غور کیجیے: اس کا وزن، ڈوری کے ذریعہ الگائی گئی قوت اور فرش کے سبب عمودی قوت۔

(a) 750 N (b) 250 N، ڈھنگ (b) اپنانا چاہیے۔

5.33 (a) $T - 400 = 240$، $T = 640$ N

(b) $400 - T = 160$، $T = 240$ N

(c) $T = 400$ N

(d) $T = 0$

حالت (a) میں رسی ٹوٹ جائے گی۔

5.34 ہم جسم A اور B اور استوار تقسیمی دیوار (partition) کے درمیان مکمل تماسی (perfect contac)t فرض کرتے ہیں۔ اس حالت میں تقسیمی دیوار کے ذریعہ B پر لگ رہی خود تطابقی (Selfad justing) عمودی قوت (ردعمل) 200 N کے برابر ہے۔ یہاں کوئی قریب الوقوع حرکت نہیں ہے اور رگڑ نہیں ہے۔ A اور B کے درمیان عمل۔ ردعمل قوت بھی 200 N ہیں۔ جب تقسیمی دیوار کو ہٹا لیتے ہیں، تب حرکی رگڑ کام کرنے لگتی ہے۔

+ A کا اسراع، $= [200-(150 \times 0.15)] / 15 = 11.8$ m s^{-2}

A پر رگڑ، $= 0.15 \times 50 = 7.5$ N

$200 - 7.5 - F_{AB} = 5 \times 11.8$

$F_{AB} = 133.5$ N؛ حرکت کے خلاف

$F_{BA} = 133.5$ N (حرکت کی مخالف سمت میں)

5.35 (a) بلاک اور ٹرالی کے درمیان قریب الوقوع نسبتی حرکت کی مخالفت کرنے کے لیے ممکنہ زیادہ سے زیادہ قوت رگڑ، 27 N $= 150 \times 0.18 =$ قوت رگڑ (از حد قدر) جو ٹرالی کے ساتھ بلاک کو اسراع کرانے کے لیے ضروری قوتِ رگڑ $15 \times 0.5 = 7.5$N سے زیادہ ہے۔ جب ٹرالی یکساں رفتار سے حرکت کرتی ہے، تب بلاک پر کشتی رگڑ قوت نہیں لگتی۔

قوت رگڑ عمل نہیں کرتی۔

(b) اسراعی (غیر استحراری noninertial) مشاہد کے لیے، قوت رگڑ کی مخالف، یکساں عددی قدر کی ناقص قوت (Pseudoforce) کرتی ہے اور اس طرح بکس، مشاہد کی مناسبت سے، حالتِ سکون میں رہتا ہے۔ جب ٹرالی یکساں رفتار سے حرکت کرتی ہے تو متحرک (استحراری) مشاہد کے لیے کوئی ناقص قوت نہیں ہوتی اور نہ ہی کوئی رگڑ ہوتی ہے۔

5.36 رگڑ کے سبب بکس کی اسراع $= \mu g = 0.15 \times 10 = 1.5$ m s^{-2}۔ لیکن ٹرک کا اسراع، زیادہ ہے۔ ٹرک کی نسبت صندوق کا اسراع، 0.5 m s^{-2} ہے لیکن ٹرک کا اسراع، زیادہ ہے۔ ٹرک کی نسبت صندوق کا اسراع، 0.5 m s^{2} ہے اور یہ ٹرک کے پچھلے حصے کی طرف ہے۔ صندوق کے ذریعہ ٹرک سے نیچے گرنے میں لگا وقت، $= \frac{2 \times 5}{0.5} = 20$ s۔ اتنے وقت میں ٹرک کے ذریعہ چلی گئی دوری، $= 1/2 \times 2 \times 20 = 20$ m

5.37 سکے کو ڈسک کے ساتھ طواف کرنے کے لیے، قوت رگڑ ضروری مرکز جو فراہم کرنے کے لیے کافی ہونا چاہیے یعنی، $mv^2/r < \mu mg$۔ اب، $v = r$، یہاں $\omega = 2\pi/T$، ω ڈسک کا زاویائی تواتر ہے۔ دیے گئے μ اور ω کے لیے شرط $r < \mu g/\omega^2$ ہے۔ اس شرط کے پاس والے سکے (مرکز سے 4 cm دوری والے) مطمئن کرتے ہیں۔

5.38 اعلا ترین نقطے پر: $N + mg = mv^2/R$، جہاں N موٹر سائیکل سوار پر چیمبر کی چھت کے ذریعہ لگائی گئی عمودی قوت (نشیبی) ہے۔

اعلیٰ ترین نقطہ پر کم ترین ممکنہ رفتار N=0 سے مطابقت رکھتی ہے۔یعنی

$$v_{min} = \sqrt{Rg} = \sqrt{25 \times 10} = 15.8 \text{ m s}^{-1}$$

5.39 دیوار کے ذریعہ شخص پر افقی قوت N ضروری مرکز جو قوت فراہم کرتی ہے: $N = m R \omega^2$۔قوت رگڑ f (اوپر کی جانب) وزن mg کی مخالفت کرتی ہے۔وہ شخص فرش کو ہٹانے کے بعد بھی دیوار سے چپکا رہ سکتا ہے اگر: $mg = f < \mu N$ ہو، یعنی $mg < \mu m R \omega^2$۔بیلن کی گردش کی کمترین زاویائی چال

$\omega_{min} = \sqrt{g/\mu R} = 4.7 \text{ s}^{-1}$۔

5.40 اس حالت میں منکے کے آزاد جسم ڈائیگرام پر غور کیجیے جب کہ دائرہ کار تار کے مرکز سے منکے کو جوڑنے والا نصف قطر سمتیہ عمودی نشیبی سمت سے θ زاویہ بناتا ہے۔
اس حالت میں: $mg = N \cos\theta$ اور $m R \sin\theta\, \omega^2 = N \sin\theta$۔ان مساوات سے ہمیں حاصل ہوتا ہے: $\cos\theta = g/R\omega^2$۔ چونکہ

$|\cos\theta| < 1$ وہ منکا $\omega < g/R$ کے لیے اپنے نچلے ترین نقطے پر رہتا ہے۔

$\omega = 2g/R$ کے لیے، $\cos\theta = 1/2$، یعنی $\theta = 60^0$۔

باب 6

6.1 (a) + ve (b) – ve (c) – ve (d) + ve (e) – ve؛

6.2 (a) 882 J؛ (b) –247 J؛ (c) 635 J؛ (d) 635 J
کسی جسم پر نیٹ قوت کے ذریعہ کیا گیا کام اس کی حرکی توانائی میں تبدیلی کے برابر ہوتا ہے۔

6.3 (a) 0؛ $x > a$ (b) V_1؛ $-\infty < x < \infty$

(c) $x > b$؛ $-V_1$ $x > a$. (d) $-b/2 < x < -a/2$، $a/2 < x < b/2$؛ $-V_1$

6.5 (a) راکٹ؛ (b) ایک برقراری قوت کے تحت کسی راہ پر چلنے میں کیا گیا کام جسم کی بالقوۃ توانائی میں تبدیلی کا منفی ہوتا ہے۔جسم جب اپنے مدار پر میں ایک چکر پورا کرتا ہے تو اس کی بالقوۃ توانائی میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔ (c) حرکی توانائی میں اضافہ ہوتا ہے جب کہ بالقوۃ توانائی کی کمی ہوتی ہے اور دونوں توانائیوں کی جمع رگڑ کے خلاف توانائی تنزل کے سبب کم ہو جاتا ہے؛ (d) دوسرے معاملے میں۔

6.6 (a) کم ہوجاتی ہے؛ (b) حرکی توانائی؛ (c) بیرونی قوت؛ (d) معیارِ حرکت اور کل توانائی بھی (اگر دو اجسام کا نظام ایک جدا نظام ہے)۔

6.7 (a) F؛ (b) F؛ (c) F؛ (d) F (اکثر صحیح لیکن ہمیشہ نہیں، کیوں؟)

6.8 (a) نہیں؛ (b) ہاں؛ (c) کسی غیر لچکدار تصادم کے وقت خطی معیارِ حرکت برقرار رہتا ہے، حرکی توانائی بلاشبہ برقرار نہیں رہتی، یہاں تک کہ تصادم ختم ہونے کے بعد بھی حرکی توانائی کی بقا نہیں ہوتی۔
(d) لچکدار۔

6.9 (b) t

6.10 (c) $t^{3/2}$

6.11 12 J

6.12 الیکٹران نسبتاً زیادہ تیز رفتار ہے $v_e / v_p = 13.5$

6.13 ہر ایک نصف میں: 0.082 J;– 0.163 J

6.14 ہاں، (مالیکول + دیوار) نظام کے میعارِ حرکت کی بقا ہوتی ہے۔ دیوار کا پسپا میعارِ حرکت اس طرح ہے کہ دیوار کا میعارِ حرکت + باہر جانے والے مالیکول کا میعارِ حرکت = آنے والے مالیکول کا میعارِ حرکت۔ یہاں یہ مانا گیا ہے کہ دیوار شروع میں مقیم حالت میں ہے۔ تاہم، دیوار کی کمیت بہت زیادہ ہونے کے سبب پسپا میعارِ حرکت دیوار اس میں قابل نظر انداز رفتار پیدا کر پاتا ہے۔ چونکہ یہاں حرکی توانائی بھی برقرار رہتی ہے لہٰذا تصادم لچکدار ہے۔

6.15 43.6 kW

6.16 (b)

6.17 وہ اپنا کل میعارِ حرکت میز پر رکھی گیند کو منتقل کر دیتا ہے اور ذرا بھی اوپر نہیں اٹھتا۔

6.18 5.3 m s^{-1}

6.19 27 km h^{-1} (چال میں کوئی تبدیلی نہیں)

7.20 50 J

6.21 (a) $m = pAvt$ (b) $K = pAv^3 \, t/2$

(c) D $P = 4.5$ kW

6.22 (a) 49000 J (b) 6.45×10^{-3} kg

6.23 (a) 200 m^2 (b) 14 m × 14 m ابعاد کے کسی بڑے گھر کی چھت سے قابل موازنہ

6.24 21.2 cm, 28.5 J

6.25 نہیں، زیادہ ڈھلان والے مستوی پر پتھر مقابلتاً جلدی ہی پیندے تک پہنچتا ہے۔ ہاں، وہ ایک ہی چال v سے نیچے پہنچیں گے [mgh = (1/2) mv^2]

$V_B = V_C = 14.1$ m s^{-1}, $t_B = 2 \;\; 2$ s, $t_c = 2 \;\; 2$ s

6.26 0.125

(a) -3 m $< x < +3$ m, $V_{max} = 5.45$ m s^{-1}

(b) -2 m $< x < -1$ m, 1 m $< x <$ 2m; $V_{max} = 1.5$ m s^{-1}

6.27 دونوں معاملوں کے لیے 8.82 J

6.28 شروع میں بچہ ٹرالی کو کچھ جھٹکا فراہم کرتا ہے اور پھر ٹرالی کی نئی رفتار کی نسبت 4 m s^{-1} کے مستقل نسبتی رفتار سے دوڑتا ہے۔ باہر واقع کسی مشاہد کے لیے میعارِ حرکت قانون استعمال کیجیے۔ 10.36 m s^{-1}, 25.9 m

6.29 **(v)** کے علاوہ سبھی ناممکن ہیں۔

باب 7

7.1 ہر ایک کا جیومتریائی مرکز۔نہیں، کمیت مرکز شے کے باہر واقع ہوسکتا ہے جیسا کہ کسی چھلے، کھوکھلے کرے، کھوکھلے استوانے، کھوکھلے مکعب وغیرہ کی صورتوں میں ہوتا ہے۔

7.2 H اور C1 نیوکلیوں کو ملانے والے خط پر H سرے سے 1.24 Å دوری پر واقع ہے۔

7.3 چونکہ نظام پر کوئی بیرونی قوت عمل پذیر نہیں ہے؛ لہٰذا (ٹرالی + بچہ) نظام کے کمیت مرکز کی چال تبدیل نہیں ہوتی (v کے برابر) رہتی ہے۔ٹرالی کو دوڑاتا رکھنے میں جو قوتیں شامل ہیں وہ سبھی اس نظام کی اندرونی قوتیں ہیں۔

7.6 $l_z = xp_y - yp_x,\ l_x = yp_z - zp_y,\ l_y = zp_x - xp_z$

7.8 72 cm

7.9 365 N ہر اگلے پہیہ پر، 5145 N ہر پچھلے پہیہ پر

7.10 (a) $7/5\ MR^2$ (b) $3/2\ MR^2$

7.11 کرہ

7.12 حرکی توانائی = 3125 J ؛ زاویائی معیارِ حرکت = 62.5 J s

7.13 (a) 100 چکر/منٹ (زاویائی معیارِ حرکت کی بقا کا برقراری اصول استعمال کیجیے)

(b) نئی حرکی توانائی گردش کی ابتدائی حرکی توانائی کی 2.5 گنا ہے۔ بچہ اپنی گردشی حرکی توانائی میں اضافہ کرنے کے لیے اپنی اندرونی توانائی کا استعمال کرتا ہے۔

7.14 $25\ s^{-2}$; $10\ m\ s^{-2}$

7.15 36 kW

7.16 تراشے گئے حصّے کے مرکز کے مخالف اصل ڈسک کے مرکز سے R/6 پر

7.17 66.0 g

7.18 (a) ہاں (b) ہاں (c) مستوی جس کا جھکاؤ کم ہو ($a \propto \sin\theta$)

7.19 4 J

7.20 $6.75 \times 10^{12}\ rad\ s^{-1}$

7.21 (a) 3.8 m (b) 3.0 s

7.22 کھینچاؤ $N_c = 147$ N, $N_B = 245$ N, 98 N

7.23 (a) 59 rev/min (b) نہیں، حرکی توانائی بڑھ جاتی ہے اور یہ انسان کے عمل کے ذریعے دوران کیے گئے کام سے حاصل ہوتی ہے۔

7.24 کھینچاؤ = $N_c = 147$ N, $N_B = 245$ N, 98 N

7.25 (a) زاویائی میعارِ حرکت کی بقا کے ذریعہ، مشترک زاویائی چال: $\omega = (I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2) / (I_1 + I_2)$

(b) زیاں (نقصان Loss) رگڑ تماس میں توانائی کے اصراف کے سبب ہوتا ہے اور اسی لیے دونوں ڈسک مشترکہ زاویائی چال ω سے گھومنے لگتی ہیں۔ تاہم چونکہ رگڑ قوت گردشہ نظام کے لیے اندرونی ہے، لہٰذا زاویائی میعارِ حرکت غیر تبدیل ہوتا ہے۔

7.28 $A = \omega_0 R$، کی خطی رفتار تیر کی حرکت کی سمت میں $B = \omega_0 R$ کی خطی رفتار، ؛ تیر کی حرکت کی مخالف سمت میں ؛ $C = \omega_0 R/2$ کی خطی رفتار تیر کی حرکت کی سمت میں۔ بے رگڑ مستوی پر ڈسک نہیں لڑھکے گی۔

7.29 (a) B پر رگڑ قوت B کی رفتار کی مخالفت کرتا ہے۔ لہٰذا رگڑ قوت اور تیر کی سمت یکساں ہے۔ رگڑ قوت گردشہ کے کام کرنے کی سمت اس طرح ہے کہ یہ زاویائی حرکت کی مخالفت کرتی ہے ω_0 اور τ دونوں ہی کاغذ کے عمودی کام کرتے ہیں، ان میں ω_0 کاغذ کے اندروں اور 1 کاغذ کے بیرون رخی ہوتے ہیں۔

(b) رگڑ قوت نقطہ تماس B کی رفتار کو کم کر دیتی ہے۔ جب یہ رفتار صفر ہوتی ہے تو ڈسک کی کامل لڑھکن شروع ہوتی ہے۔ ایک بار ایسا ہو جانے پر رگڑ قوت صفر ہو جاتی ہے۔

7.30 قوت رگڑ، کمیت مرکز کو اس کی ابتدائی صفر رفتار سے اسراع کرتی ہے۔ رگڑ۔ قوت گردشہ ابتدائی زاویائی چال ω میں ابطا پیدا کرتا ہے۔ حرکت کی مساوات ہیں: $\mu_k\, mg = ma$ اور $\mu_k\, m\, g\, R = -I\alpha$، جن سے حاصل ہوتا ہے: $v = \mu_k\, gt$، $\omega = \omega_0 - \mu_k\, mg\, R\, t/I$ لڑھکنا تب شروع ہوتا ہے جب $v = R\omega$۔ اس طرح یکساں R اور ω_0 کے لیے چھلے کی نسبت ڈسک پہلے لڑھکنا شروع کر دیتی ہے $R = 10$ cm, $\omega_0 = 10\pi$ rad s^{-1}, $\mu_K = 0.2$ کے لیے حقیقی وقتوں کی قدر معلوم کی جا سکتی ہے۔

7.31 (a) 16.4 N (b) صفر (c) 37^0 (تقریبی)

باب 8

8.1 (a) نہیں

(b) ہاں، اگر اس کے لیے خلائی جہاز کا سائز اتنا بڑا ہو۔ کہ g میں تبدیلی شناخت کی جا سکے۔

(c) مدّ و جزر کا اثر فاصلہ کے کعب کے مقلوب متناسب ہوتا ہے جبکہ قوت فاصلہ کے مربع کے مقلوب متناسب ہوتی ہے۔

8.2 (a) گھٹتا ہے؛ (b) گھٹتا ہے؛ (c) جسم کی کمیت؛

(d) زیادہ۔

8.3 0.63 کے جزء ضربی سے کم

8.5 3.5×10^8 (سال)

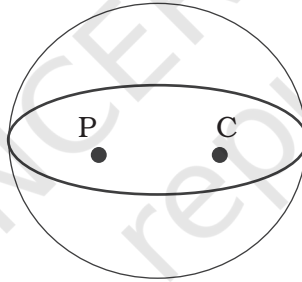
8.6 (a) حرکی توانائی (b) کم

8.7 (c) نہیں (b) نہیں (c) نہیں (d) ہاں [فرار رفتار، جسم کی کمیت اور پھینکے جانے کی سمت کے تابع نہیں ہے۔ یہ اس نقطے پر مادی کشش قوۃ کے تابع ہے جہاں سے اسے پھینکا جاتا ہے۔ کیونکہ یہ قوہ عرض البلد کے (کچھ حد تک) اور نقطہ کی بلندی کے تابع ہے، اس لیے فرار رفتار ان عوامل کے تابع ہے]

8.8 زاویائی رفتار اور کل توانائی کے علاوہ سبھی مقداریں ایک مدار پر تبدیل ہوتی رہتی ہیں۔

8.9 (b)، (c) اور (d)۔

8.10 اور

8.11 ان دونوں سوالوں کے لیے درج ذیل شکل بنایے۔ نصف کرہ کو کرہ میں بدلیے۔

Pاور C دونوں پر قوۃ مستقلہ ہے اور اسی لیے شدت = 0 ۔ اسی لیے نصف کرہ کے لیے (c) اور (e) صحیح ہیں۔

8.12 2.6×10^8 m

8.13 2.0×10^{30} kg

8.14 1.43×10^{12} m

8.15 28 N

8.16 125 N

8.17 زمین کے مرکز سے 8.0×10^6 m کی دوری پر

8.18 31.7 km s^{-1}

8.19 5.9×10^9 J

8.20 5.6×10^6 m s^{-1}

8.21 0, 2.7×10^{-8} J kg^{-1}

8.22 -9.4×10^{-8} J kg^{-1}

8.23 $GM/R^2 = 2.3 \times 10^{-12}\ m\ s^{-2}$ ، $\omega^2 R = 1.1 \times 10^6\ m\ s^{-2}$؛ یہاں پر ω گردش کی زاویائی چال ہے۔لہٰذا ستارہ کے گردشی فریم میں داخلی قوت اس کے استوا پر موجود بیرونی مرکز گریز قوت کے مقابلے زیادہ بڑی ہوتی ہے۔ شے اٹک جائے گی (اور مرکز گریز قوت کی اُڑنہیں پائے گی)۔ نوٹ کیجیے کہ اگر گردش کی زاویائی چال کو 2000 کے جز تک بڑھا دیا جائے تو ایسی حالت میں شے اُڑنے لگے گی۔

8.24 3×10^{11} J

8.25 495 km